

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



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

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**28'2020**

## 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

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

**Александр Сергеевич Сигов**, д-р ф.-м. наук, действительным членом Российской академии наук, Президент РТУ МИРЭА.

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

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

**Ж.К. Куадро**, про-президент Политехнического университета Порто по интернационализации, профессор

**С.АВ. Ли**, профессор Школы машиностроения, Университет Ульсан

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

**Ф.А. Сангер**, профессор Политехнического института Пердью, университет

**И. Харгиттаи**, профессор Будапештского университета технологии и экономики. Член Венгерской академии наук и Академии Еуропаеа (Лондон), иностранный член Норвежской академии наук, почетный доктор наук МГУ им. М.В.Ломоносова, Университета Северной Каролины (США), Российской академии наук.

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

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

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» – 39921

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

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

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

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

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

Окончательное решение по публикации статьи принимает главный редактор журнала.

Все материалы размещаются в журнале на бесплатной основе.

Журнал издается два раза в год.

THE JOURNAL ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION OF RUSSIA



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

# ENGINEERING EDUCATION

**28'2020**

## 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) (<https://en.misis.ru/science/community/scientists/international/4241/>)

**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)

**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.

<b>Содержание</b>	<b>Contents</b>
<p style="text-align: center;"><b>НЕПРЕРЫВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ</b> Романова И.Н.</p>	<p style="text-align: center;"><b>7</b>    <b>LIFELONG EDUCATION IN ENGINEERING STAFF TRAINING</b> Romanova I.N.</p>
<p style="text-align: center;"><b>СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ</b> Атрошенко В.В., Фецак Н. И.</p>	<p style="text-align: center;"><b>11</b>    <b>MODERN APPROACHES T O THE TRAINING OF WELDING SPECIALISTS FOR THE OIL AND GAS INDUSTRY</b> Atroschenko V.V., Fesak N.I.</p>
<p style="text-align: center;"><b>МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА</b> Исакова А.И., Левин С.М.</p>	<p style="text-align: center;"><b>20</b>    <b>MODELS OF INCREASING STUDENTS ' MOTIA VATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY</b> Isakova A.I., Levin S.M.</p>
<p style="text-align: center;"><b>УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПУСА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> Ельцов В.В.</p>	<p style="text-align: center;"><b>31</b>    <b>CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE CORPS OF PROFESSIONAL ENGINEERS IN THE RUSSIAN FEDERATION</b> Eltsov V.V.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ КОМПЬЮТЕРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ БУДУЩЕГО</b> Кузлякина В.В.</p>	<p style="text-align: center;"><b>42</b>    <b>INTEGRAL LABORATORY COMPUTERS-MEA CHANICAL COMPLEXES OF THE FUTURE</b> Kuzlyakina V.V.</p>
<p style="text-align: center;"><b>РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ С БАЗОВОЙ ОНЛАЙН ДИСЦИПЛИНОЙ И СИСТЕМОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ</b> Селиванов А.С., Шенбергер П.Н.,</p>	<p style="text-align: center;"><b>52</b>    <b>DEVELOPMENT OF A TRAINING PROGRAM WITH A BASIC ONLINE DISCIPLINE AND A SYSTEM OF INTERDISCIPLINARY RELATIONSHIP</b> Selivanov A.S., Shenberger P.N.</p>
<p style="text-align: center;"><b>МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО КРИТЕРИЮ ИХ ЦИФРОВОЙ ОРИЕНТИРОВАННОСТИ</b> Расторгуев Д.А., Левашкин Д.Г., Логинов Н.Ю., Козлов А.А., Гуляев В.А.</p>	<p style="text-align: center;"><b>61</b>    <b>ANALYSIS TECHNIQUE FOR EDUCATIONAL PROGRAMS BY THE CRITERION OF THEIR DIGITAL ORIENTATION</b> Rastorguev D.A., Levashkin D.G., Loginov N.Yu., Kozlov A.A., Gulyaev V.A.</p>
<p style="text-align: center;"><b>РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ</b> Левашкин Д.Г., Расторгуев Д.А., Логинов Н.Ю., Козлов А.А., Гуляев В.А.</p>	<p style="text-align: center;"><b>73</b>    <b>DEVELOPMENT OF MASTER'S EDUCATIONAL PROGRAMS IN THE CONDITIONS OF HIGHA ER EDUCATION DIGITALIZATION</b> Levashkin D.G., Rastorguev D.A., Loginov N.Yu., Kozlov A.A., Gulyaev V.A.</p>
<p style="text-align: center;"><b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ СИСТЕМОГО МЫШЛЕНИЯ</b> Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В.</p>	<p style="text-align: center;"><b>85</b>    <b>DESIGNING ENGINEERING ACTIVITIES AS A WAY TO DEVELOP SYSTEM THINKING</b> Sheinbaum V.S., Pyatibratov P.V.</p>

**ОПЫТ КОМАНДНОГО ПРОЕКТНО-РОЛЕВОГО  
ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ**

Чернышев С.А.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ:  
СОВРЕМЕННЫЕ РЕАЛИИ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ**

Соловьев В.П., Перескокova Т.А.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ПО УЗКИМ  
НАПРАВЛЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ПОДГОТОВКИ  
В ОБЛАСТИ ПАЙКИ**

Краснопевцев А.Ю., Краснопевцева И.В.

**94 TEAM PROJECT-ROLE PROGRAMMING  
LEARNING EXPERIENCE**

Chernyshev S.A.

**104 MODERNIZATION OF THE VOCATIONAL  
EDUCATION SYSTEM: MODERN REALITIES  
AND NEW CHALLENGES**

Soloviyov V.P., Pereskokova T.A.

**118 PROVIDING TRAINING OF ENGINEERING  
PERSONNEL IN NARROW AREAS  
BY THE EXAMPLE OF TRAINING  
IN THE FIELD OF SOLDERING**

Krasnopevtsev A.Yu., Krasnopevtseva I.V.

УДК 621.396

## МОДЕЛИ ПОВЫШЕНИЯ МОТИВАЦИИ СТУДЕНТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ ВУЗА

**Исакова Анна Ивановна,**

кандидат технических наук, почетный работник ВПО РФ,  
доцент кафедры автоматизированных систем управления,  
факультет систем управления,  
iai2@yandex.ru

**Левин Семен Михайлович,**

кандидат юридических наук, PhD,  
профессор кафедры автоматизированных систем управления,  
факультет систем управления,  
levin.sm@asu.tusur.ru

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

**Актуальность.** В условиях пандемии COVID-19, вызываемой коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV), когда удалённое обучение становится обязательным для многочисленных вузов мира, в образовательном процессе нашли применение многие инструменты дистанционного обучения – платформы современных электронных информационно-образовательных сред, которые позволяют обеспечить online взаимодействие студента и преподавателя. Но в связи с этим уровень мотивации тех, кто начал обучаться дистанционно, в среднем стал гораздо ниже прежнего. Это связано, в большей степени, с отсутствия прямого контакта во время занятий. Эффективность дистанционного образовательного процесса стала напрямую зависеть от осознанной мотивации обучающегося. Поэтому возникла необходимость выявить способы повышения мотивации у студентов к их учебе в условиях дистанционного обучения, которое сопряжено со значительными проблемами. Данная статья касается вопросов повышения мотивации у студентов в условиях вынужденной дистанционной формы обучения. **Целью исследования** является рассмотрение модели повышения мотивации студентов ARCS (Attention – внимание, Relevance – значимость, Confidence – уверенность и Satisfaction – удовлетворение) Джона Келлера. Модели представлены в виде инфографики (графический способ представления информации в картинках). Так же в работе для повышения мотивации обучения представлены модели педагогического дизайна: ADDIE, SAM, SMART, ALD. **Результаты работы** выражены в конкретных рекомендациях по повышению мотивации студентов в образовательном процессе вуза и в использовании моделей педагогического дизайна – системного подхода по формированию учебных программ и курсов.

**Ключевые слова:** платформы удаленного обучения; модели повышения мотивации студентов; педагогический дизайн.

### Введение

Год 2020-й внёс серьёзные поправки в отношение дистанционного и прочих форм обучения во всем мире. Стремительно распространяющаяся пандемия COVID-19, вызываемая коронавирусом SARS-CoV-2 (2019-nCoV), стала причиной массового рекомендательного, а порой и обязательного, перехода на дистанционную форму обучения, основанную на повсеместном применении телекоммуникационных информационных технологий [1–2].

Процесс обучения сосредоточился в плоскости интернет-коммуникаций, для которых различные образовательные учреждения делали те или иные предпочтения в области инструментов дистанционного обучения [3].

Современный рынок образовательных технологий предлагает разнообразные про-

граммные продукты, которые по степени охвата интерактивных коммуникаций между преподавателями и учащимися можно разделить на две категории. К первой следует отнести платформы дистанционного обучения, обеспечивающие все или большую часть функций процесса удалённого обучения, ко второй – прочие инструменты, поддерживающие процесс в его отдельных сегментах [4].

Одни из наиболее известных зарубежных современных электронных информационно-образовательных сред – платформы дистанционного обучения Moodle, Open edX, Canvas, Google Classroom и Docebo. Отечественные аналоги удаленного обучения представлены продуктами Мираполис LMS, Teachbase, Бизон 365 и другие. И первые, и вторые позволяют обеспечить интерактивное

взаимодействие учащегося и преподавателя [5–11].

При подобном виде обучения способность учащегося к самообразованию и наличие у него мотивации к обучению играют ключевую роль, поскольку преподаватель в большинстве подобных случаев выполняет лишь функцию координатора. В этой связи возникла необходимость выявить инструменты повышения мотивации у студентов к их учебе в условиях дистанционного обучения [11].

Необходимо учитывать, что получению знаний в изучаемой области предшествует, как правило, самостоятельное обучение методами приобретения и применения знаний, поиску нужных для них средств обучения и источников информации, а также умению работать с полученной информацией. Таким образом, эффективность дистанционного образовательного процесса напрямую зависит от осознанной мотивации обучающегося [12].

В данной статье будет уделено внимание вопросам повышения мотивации у студентов в условиях дистанционной формы обучения, рассмотрены процедуры, составляющие модель повышения мотивации студентов ARCS Джона Келлера и модели педагогического дизайна: ADDIE, SAM, SMART, ALD.

Говоря словами Мари-Селин Даниэль, вице-президента Университета Сорбонна, задача дистанционного обучения не в том, чтобы моделировать в точности то, что делается лично, а в том, чтобы поддерживать образовательную связь со студентами, удерживая их в учебе. Учебная деятельность университета не прекращается, но она должна осуществляться по-другому, адаптируясь к обстоятельствам [13].

Дистанционное обучение – не новая концепция. В конце концов, домашнее задание, которое учащиеся регулярно выполняют вне академических часов, является подобным примером. Однако COVID-19 привел к форме дистанционного образования, сопряженного со значительными проблемами, в том числе [14]:

- сокращение личного взаимодействия с преподавателями;
- сложность определения уровня вовлеченности студентов;
- ограниченная возможность контролировать индивидуальный прогресс учащегося;
- повышенная социальная изоляция;
- «выпадение» учащегося из студенческой общности как особой социальной группы [12].

В то время как необходимо по-новому организовывать обучение на дистанции, преподаватель говорит о неуспеваемости своих студентов и тем самым расписывается в своей педагогической некомпетентности. Вместо этого необходимо создавать вебинары, организовывать групповую и проектную работу и т. п.

В условиях пандемии COVID-19, когда удаленное обучение становится обязательным для многочисленных вузов мира, уровень мотивации тех, кто обучается дистанционно вынужденно, в среднем гораздо ниже, чем, например, у студентов дистанционной формы обучения, выбравших таковую добровольно, ещё до наступления пандемии. Как же сформировать мотивацию к учебе у студентов очной формы обучения, вынужденных находиться вдали от привычных классов и аудиторий? В данных обстоятельствах заслуживает внимания модель ARCS Джона Келлера, которая и будет рассмотрена далее.

**Модель повышения мотивации студентов ARCS Джона Келлера** [15]. Название модели образованно от аббревиатуры слов Attention – внимание, Relevance – значимость, Confidence – уверенность и Satisfaction – удовлетворение (рис. 1).

Концепция модели достаточно проста – захват внимания, формирование ощущения значимости, уверенности в себе, и как конечный результат – удовлетворение от полученных результатов обучения. Рассмотрим более детально все процедуры, применяемые преподавателем для мотивации студентов [16].

**1. Процедура «Внимание».** Захват внимания важен в течение всего срока обучения. Для этого используется метод вариативности заданий, а также деление учебного курса на модули, содержащие законченные информационные блоки, цели и контрольные задания (рис. 2).

Привлечь внимание к предмету можно изложением сложного материала простым языком, с использованием понятных аллегорий и примеров. Также следует разнообразить представление учебного материала.

Преподавателю следует учитывать, что студент в отличие от школьника, по-другому оценивает информацию. Некоторые особенности восприятия информации студентом приведены ниже [13].

Студенты считают, что быть умным, хорошо учиться – это престижно. Мозг современ-



Рис. 1. Модель повышения мотивации ARCS Джона Келлера

Fig. 1. John Keller ARCS motivation model



Рис. 2. Элементы процедуры захвата внимания

Fig. 2. The elements of capturing attention procedure

ного студента обладает большей способностью к обработке информации, особенно с помощью компьютера и современных средств связи.

Главная мотивация для студентов – захватывающие, интересные задачи, особенно связанные с их будущей профессией, отсутствие скуки, проявление творчества в выполнении своих работ.

Студенты проявляют интерес и легко осваивают новые информационно-коммуникационные технологии. Студенты обладают широким кругом взглядов.

Студенты с трудом и нежеланием берутся за бесполезную или непонятную работу, они хотят получить быстрый результат при выполнении своих заданий.

Студенты умеют отстаивать свою позицию при обсуждении тех или иных вопросов, коммуникабельны, толерантны.

Преподавателю надо вовлекать студентов в эти обсуждения, надо учить их «говорить», представлять результаты своих работ, тем самым привлекая внимание к своему предмету.

**2. Процедура «Значимость».** Следует помнить, что в процессе обучения студент соотносит получаемые знания со своими практическими потребностями, сформированными до начала обучения (рис. 3). Преподаватель может создать ощущение значимости конкретным объяснением, где и как именно в практической плоскости могут пригодиться полученные знания и навыки.

В частности, эффективным является создание практических заданий, привязанных к реальной жизни. Для этого используется метод конкретных ситуаций – т. н. «метод кейсов» или ситуационного анализа, представляющий собой технику обучения с использованием описания ситуаций реальных или близких к реальности. При решении подобного задания обучающемуся необходимо исследовать предложенный «кейс» и разобраться в сути проблемы, после чего рассмотреть варианты возможных решений и выбрать лучшее из них.

Если теория далека от практического применения, то полученные знания могут исче-



Рис. 3. Составляющие значимости знаний

Fig. 3. The elements of the relevance of knowledge

зять уже через несколько дней, и, значит, подача методики материала в корне не верна.

**3. Процедура «Уверенность в себе».** Студент никогда не должен сомневаться, что полученные знания пригодятся в его профессиональной деятельности. Преподаватель должен помогать учащемуся закрепить эту уверенность на всех этапах обучения курса (рис. 4).

Уверенность в себе закрепляется на этапах промежуточной проверки знаний. После усвоения материала студент может ответить на контрольные вопросы, ошибка при ответе на которые негативных последствий не несёт. Затем решение задач или кейсов, поначалу сопровождающиеся подсказками, а также возможность нескольких попыток для ответа. Рекомендуется давать посильные задания, которые не выходят за рамки материала курса, т. к. чересчур сложные могут вызвать резкую негативную реакцию в случае неудачи.

При дистанционной форме обучения преподаватель должен регулярно показывать прогресс в изучении курса – сколько пройдено, сколько осталось. Что студенты будут знать через какое-то время? Что в конце курса? Где эти знания будут востребованы не только в освоении других дисциплин, но и в будущей профессии.

**4. Процедура «Удовлетворённость».** Ближе к окончанию обучения преподавателю следу-

ет сконцентрироваться на удовлетворенности студента (рис. 5).

Уровень мотивации студента падает с приближением окончания обучения. Это вполне объяснимо, поскольку накапливается усталость за долгий срок обучения, а большой объем информации требует осмысления и первичного анализа. Начинают возникать сомнения – пригодятся ли мне полученные знания в моей работе? В теории мотивации Портера-Лоулера результативность связана с уровнем уверенности человека в том, что усилия повлекут за собой ожидаемое вознаграждение.

Поскольку результативность усилий порождает удовлетворённость, поэтому преподавателю в рамках курса необходимо обеспечить поощрения за качественно выполненные задания. Для эффективной мотивации учащихся необходимо построение учебного курса, учитывающего аспекты мотивации вообще и дистанционную форму обучения, в частности. Для этого применяются различные технологии педагогического дизайна (Instructional design, ID). Сами технологии очень просты. Нужно понять потребности учащихся и определить цели обучения, а затем передать знания и информацию максимально быстро, точно и эффективно. При создании учебного курса, соответствующего вышеуказанным заданным требованиям, эффективным было бы приме-

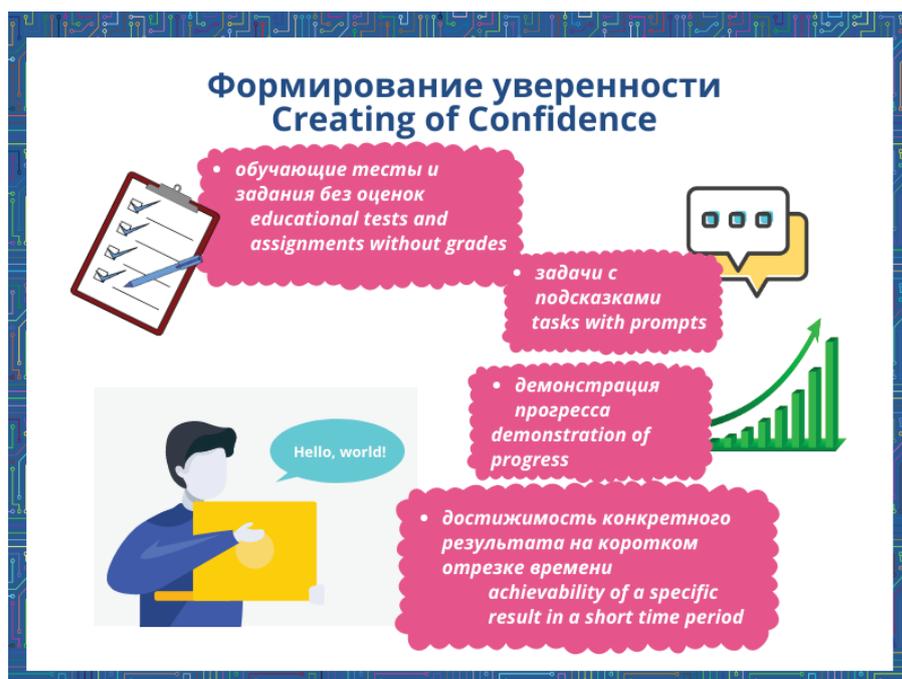


Рис. 4. Промежуточные этапы обучения, формирующие уверенность  
Fig. 4. The confidence creating intermediate educational stages



Рис. 5. Значимость и формирование удовлетворённости  
Fig. 5. Importance and the creation of satisfaction

нение моделей педагогического дизайна, некоторые из которых представлены далее.

**Классическая модель педагогического дизайна ADDIE** (рис. 6), как и упомянутая ранее модель повышения мотивации Келлера, явля-

ется аббревиатурой: анализ (Analysis), дизайн (Design), разработка (Development), реализация (Implementation) и оценка (Evaluation) [17].

На этапе анализа определяются цели и задачи курса, в процессе дизайна формирует-



Рис. 6. Элементы классической модели педагогического дизайна  
Fig. 6. Elements of the classical model of instructional design

ся учебная программа и способы обучения. Разработка означает создание определённого программой контента, реализация подразумевает сам процесс обучения, а оценка – подведение итогов проведения учебного курса с последующим анализом, что возвращает процедуру к первому этапу. Подобная циклическая схема дизайна обеспечивает хорошие результаты и комплексно решает вопросы построения учебных занятий и курса в целом.

Также следует упомянуть модели SAM, SMART и ALD [18-20].

**Модель SAM** (рис. 7) – аббревиатура от Successive Approximation Model – это модель последовательного приближения. Она была введена как альтернатива ADDIE. Процесс с использованием этой модели требует меньшего количества шагов в более крупной структуре. SAM состоит из трёх основных стадий, содержащих в совокупности восемь этапов (в классическом варианте модели).

Подготовительная стадия состоит из сбора информации и мозгового штурма, в результате чего формируется концепция обучения.

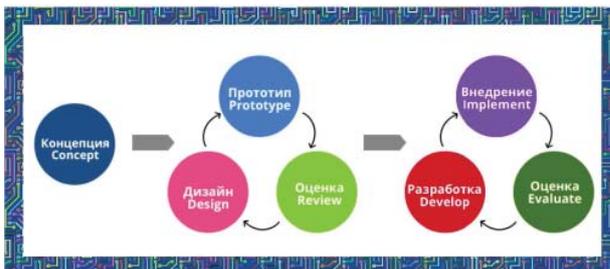


Рис. 7. Модель педагогического дизайна SAM  
Fig. 7. SAM instructional design model

Итерационные шаги, в основном, относятся к фазе дизайна, или проектирования, и разработки. Дизайн включает в себя этапы проектирования и дополнительного дизайна, в процессе которых первоначальная концепция обрастает постоянно расширяющимся объёмом материала с оценкой полученных результатов. Стадия состоит из циклической последовательности «дизайн-прототип-оценка», где после нескольких итераций сформированный прототип переходит в стадию разработки. Эта стадия состоит из этапа доказывания концепции – подтверждения её практической осуществимости, альфа- и бета-тестирования, и заканчивается этапом формирования финальной версии. Как и предыдущая стадия, она содержит циклическую последовательность «разработка-внедрение-оценка». При не-

обходимости доработки процесс может вернуться не только к итерациям третьей стадии, но и к стадии дизайна.

Удобство такой модели в том, что результаты проектирования видны на ранних этапах, что позволяет своевременно исключить неверные решения в результате анализа по окончании каждой из итераций.

**Модель SMART** (рис. 8) изначально была разработана как инструмент для постановки целей, и используется как таковой по сей день. Она менее структурирована, чем SAM, однако, прекрасно встроилась в институт педагогического дизайна.



Рис. 8. Модель педагогического дизайна SMART  
Fig. 8. SMART instructional design model

Модель SMART – Specific, Measurable, Attainable, Relevant и Time-bound – декларирует, что цели должны отвечать потребностям учащихся, и, следовательно, быть конкретными, измеримыми, достижимыми, актуальными и определёнными во времени. Термин «Конкретный» требует, чтобы цели были четко определены, отвечая на вопросы: кто участвует, какую задачу нужно выполнить, где задача будет выполнена, почему эта задача важна, какие ограничения и требования следует учесть. Измеримость устанавливает критерии для замера продвижения и достижения цели, отвечая на такие вопросы как: каким образом это должно быть выполнено и как определить успешность? Достижимость требует оценки реалистичности цели. Завершающий термин «Ограничение по времени» определяет срок достижения цели.

**Модель ALD** (Agile Learning Design) делает акцент на скорости, гибкости и кооперативности разработки – систематический метод реализации проектов, появившийся в результате разработки программного обеспечения. Как и SMART, ALD успешно применяется в области педагогического дизайна. Быстрое получение результата достигается за счет сотрудничества различных заинтересованных сторон – разноплановой команды. В отличие от ADDIE, модель ALD более адаптивна к про-

цессу проектирования и разработки курса. Она обеспечивает итеративный, активный цикл обучения, фокусируясь на целевой аудитории, а не на процессах. Модель адаптивна, позволяет чаще оценивать прототип и проводить достаточное количество тестов.

Заключение. Развитие дистанционного образования, а вместе с ним и методов педагогического контроля очевидно. COVID-19 поднял ряд вопросов о том, как образование может выглядеть в скором будущем.

Следует отметить, что эффективное обучение, даже с применением самых передовых информационных технологий, невозможно без постоянного взаимодействия между преподавателем и студентами, которое требует сегодня нового формата: создание вебинаров, организации групповой и проектной работы и т. п.

Опыт образовательного процесса 2020 г. выявил не только проблемы дистанционного обучения, но и ряд интересных возможностей, включая и то, насколько важную роль может сыграть мотивация в образовании студентов, реализуемая через модифицированный процесс обучения.

Немаловажная роль в мотивации студентов принадлежит и педагогическому дизайну – системному подходу по формированию учебных программ и курсов, максимально полно передающих нужную информацию в доступной для студента форме.

Таким образом, дистанционное обучение дает совершенно новые возможности для творчества и преподавателю отводится в этом процессе главная роль.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные образовательные технологии / кол. авторов; под ред. Н.В. Бордовской. – М.: КНО-РУС, 2010. – 432 с.
2. Чередниченко Г.А. Заочная форма получения высшего образования в сравнении с очной // Вопросы образования. – 2018. – № 2. – С. 254–282.
3. Батаев А.В. Анализ мирового рынка дистанционного образования // Молодой ученый. – 2015. – № 20 (100). – С. 205–208.
4. Петькова Ю.Р. История развития дистанционного образования. Положительные и отрицательные стороны МООС. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23945311> (дата обращения: 20.12.2020).
5. Исакова А.И., Григорьева М.В. Система обучения Moodle для организации индивидуальных образовательных траекторий освоения материала студентом // Современные тенденции развития непрерывного образования: вызовы цифровой экономики: Материалы международной научно-методической конференции. – Томск: ТУСУР, 2020. – С. 94–95.
6. Moodle LMS. URL: <https://moodle.com/lms/> (дата обращения 22.12.2020).
7. Open edX. URL: <https://open.edx.org/the-platform/> (дата обращение 24.12.2020).
8. Canvas LMS. URL: <https://www.instructure.com/canvas/> (дата обращение 24.12.2020).
9. Google Classroom. URL: <https://edu.google.com/products/classroom/> (дата обращение 25.12.2020).
10. Docebo. URL: <https://www.docebo.com/> (дата обращение 23.12.2020).
11. Елькина И.Ю. К вопросу о повышении учебной мотивации студентов дистанционного обучения // Образовательные ресурсы и технологии. – 2020. – № 1 (30). – С. 43–48.
12. Асипова Н.А., Мамырова М.И. Студенчество как особая социальная группа в контексте этнокультурной социализации // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 6. – С. 175–179.
13. Базалий Р.В. Развитие мотивации студентов в условиях дистанционного обучения // Мир науки. Педагогика и психология, 2020, № 3. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/03PDMN320.pdf> (дата обращения 22.12.2020).
14. Ноздреватых Б.Ф., Ноздреватых Д.О. Модульность в образовании // Современное образование: качество образования и актуальные проблемы современной высшей школы: Материалы международной научно-методической конференции. – Томск: ТУСУР, 2020. – С. 93–94.
15. Li Kun, Keller John M. Use of the ARCS model in education: A literature review // Computers & Education. – Vol. 122, P. 54–62. URL: <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/159173.pdf> (дата обращения 14.12.2020).
16. Chang Yi-Hsing, Lin Pei-Rul, Lu You-Te Development of a Kinect-Based English Learning System Based on Integrating the ARCS Model with Situated Learning // Sustainability. – 2020. – № 12 (5). – P. 20–37. URL: <https://doi.org/10.3390/su12052037> (дата обращения 18.12.2020).
17. E Widyastuti, Susiana Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1188. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1188/1/012052/meta> (дата обращения 18.12.2020).

18. Marcia Rapchak, Emily Ahlin Instructional Design in LIS Education: Preparing for New Educational Roles in an Interconnected World // ALISE 2020 Proceedings. – P. 114–122. URL: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (дата обращения 14.12.2020)
19. 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. – № 3. – P. 251–266. URL: <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2019-0076> (дата обращения 16.12.2020)
20. Hampton S., Neal J.G., Ramirez L.A., Talkington D.R., JMA Solutions, Inc. Task 10: Research an Alternative Instructional Design Model // Center of Excellence for Technical Training and Human Performance (ТТНП): Solutions for Operational Aviation Research. – 2018. URL: <https://commons.erau.edu/publication/1027> (дата обращения 14.12.2020).

Дата поступления 27.12.2020.

UDC 621.396

## MODELS OF INCREASING STUDENTS ' MOTIVATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE UNIVERSITY

**Anna I. Isakova,**

Cand. Sc., Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation,  
Associate Professor of automated control systems Department,  
Faculty of Control Systems,  
iai2@yandex.ru

**Semen M. Levin,**

Cand. Sc., Professor of automated control systems Department,  
Faculty of Control Systems,  
levin.sm@asu.tusur.ru

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

**Relevance.** In the context of the COVID-19 pandemic caused by the SARS-CoV-2 (2019-nCoV) coronavirus, distance learning is becoming mandatory for numerous universities in the world. Many distance learning tools have used in the educational process – platforms of modern electronic information and educational environments that allow to provide on-line interaction between student and teacher. As a result, the average motivation level of those who switched to distance learning became lower than before. It was mainly due to the lack of direct contact during classes. The effectiveness of the distance education process has become directly dependent on the student's conscious motivation. Therefore, it became necessary to identify ways to increase students' motivation for their study in distance learning, which is associated with significant problems. This article deals with the issues of increasing students' motivation in the context of forced distance learning. **The study aims** to examine the model of increasing student motivation ARCS (Attention – attention, Relevance – significance, Confidence – confidence and Satisfaction – satisfaction) by John Keller. The models presented in the form of infographics (a graphical way of giving information in pictures). Also, in work to increase learning motivation, instructional design models showed: ADDIE, SAM, SMART, ALD. **The work results** expressed in specific recommendations for improving student motivation in the university's educational process and instructional design models using – a systematic approach to the formation of curricula and courses.

**Keywords:** learning management systems; models for increasing student motivation; instructional design.

### REFERENCES

1. *Sovremennyye obrazovatelnyye tekhnologii*. By ed. N.V. Bordovskoy. Moscow, KNORUS Publ., 2010. 432 p.
2. Cherednichenko G.A. Zaochnaya forma polucheniya vysshego obrazovaniya v sravnenii s ochnoy [Part-time form of obtaining higher education in comparison with full-time]. *Voprosy obrazovaniya*. 2018, no. 2, pp. 254–282.
3. Bataev A.V. Analiz mirovogo ryinka distantsionnogo obrazovaniya [Analysis of the world market of distance education]. *Young scientist*. 2015, no. 20 (100), pp. 205–208.
4. Petkova Yu.R. *Istoriya razvitiya distantsionnogo obrazovaniya. Polozhitelnyye i otritsatelnyye storony MOOS* [The history of the development of distance education. Positive and negative aspects of the MEP]. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23945311> (accessed 20.12.2020).
5. Isakova A.I., Grigoryeva M.V. Sistema obucheniya Moodle dlya organizatsii individualnykh obrazovatelnykh trayektoriy osvoyeniya materiala studentom [Moodle learning system for organizing individual educational trajectories of mastering the material by a student]. *Sovremennyye tendentsii razvitiya nepreryvnogo obrazovaniya: vyzovy tsifrovoy ekonomiki: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Modern trends in the development of lifelong education: challenges of the digital economy: Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk, Publishing house Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2020, pp. 94–95.
6. *Moodle LMS*. Available at: <https://moodle.com/lms/> (accessed 22.12.2020).
7. *Open edX*. Available at: <https://open.edx.org/the-platform/> (accessed 24.12.2020).
8. *Canvas LMS*. Available at: <https://www.instructure.com/canvas/> (accessed 24.12.2020).
9. *Google Classroom*. Available at: <https://edu.google.com/products/classroom/> (accessed 25.12.2020).
10. *Docebo*. Available at: <https://www.docebo.com/> (accessed 23.12.2020).

11. Elkina I.Yu. K voprosu o povyshenii uchebnoy motivatsii studentov distantsionnogo obucheniya [On the issue of increasing the educational motivation of distance learning students]. *Obrazovatelnyye resursy i tekhnologii*. 2020, no. 1 (30), pp. 43–48.
12. Asipova N.A., Mamyrova M.I. Studenchestvo kak osobaya sotsialnaya gruppa v kontekste etnokulturnoy sotsializatsii [Students as a special social group in the context of ethnocultural socialization]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy*. 2018, no. 6, pp. 175–179.
13. Bazaliy R.V. Razvitiye motivatsii studentov v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [Development of student motivation in the context of distance learning]. *Mir nauki. Pedagogika i psikhologiya*, 2020, no. 3. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/03PDMN320.pdf> (accessed 22.12.2020).
14. Nozdrevatykh B.F., Nozdrevatykh D.O. Modulnost v obrazovanii [Modularity in education]. *Sovremennoye obrazovaniye: kachestvo obrazovaniya i aktualnyye problemy sovremennoy vysshey shkoly: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [Modern education: quality of education and topical problems of modern higher education: Materials of the international scientific and methodological conference]. Tomsk, Publishing house Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2020, pp. 93–94.
15. Li Kun, Keller John M. Use of the ARCS model in education: A literature review. *Computers & Education*, vol. 122, pp. 54–62. Available at: <https://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/159173.pdf> (accessed 14.12.2020).
16. Chang Yi-Hsing, Lin Pei-Rul, Lu You-Te Development of a Kinect-Based English Learning System Based on Integrating the ARCS Model with Situated Learning. *Sustainability*. 2020, no. 12 (5), pp. 20–37. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12052037> (accessed 18.12.2020).
17. E Widyastuti, Susiana Using the ADDIE model to develop learning material for actuarial mathematics. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018, vol. 1188. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1188/1/012052/meta> (accessed 18.12.2020).
18. Marcia Rapchak, Emily Ahlin Instructional Design in LIS Education: Preparing for New Educational Roles in an Interconnected World. *ALISE 2020 Proceedings*. pp. 114–122. Available at: <https://www.ideals.illinois.edu/handle/2142/108803> (accessed 14.12.2020)
19. 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. Available at: <https://doi.org/10.1108/ITSE-11-2019-0076> (accessed 16.12.2020)
20. Hampton S., Neal J.G., Ramirez L.A., Talkington D.R., JMA Solutions, Inc. Task 10: Research an Alternative Instructional Design Model. *Center of Excellence for Technical Training and Human Performance (TTHP): Solutions for Operational Aviation Research*. 2018. Available at: <https://commons.erau.edu/publication/1027> (accessed 14.12.2020).

Received: 27.12.2020.

УДК 378.22

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОРПУСА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРОВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Ельцов Валерий Валентинович,**

доктор технических наук, профессор кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»,  
VEV@tltso.ru

Тольяттинский государственный университет,  
445020, Тольятти, ул. Белорусская, 14.

Развивать экономику страны, обеспечивать ее конкурентоспособность на мировом уровне способны «профессиональные» инженеры, отличающиеся высоким профессионализмом, инициативой, творческим подходом к принятию решений и высокой ответственностью за результаты своей инженерной деятельности. Проблема подготовки таких инженеров заключается как в консервативности системы высшего образования (ВО), так и в слабой развитости профессиональных сообществ, способных влиять на содержание и критически оценивать образовательные программы вузов. Развитие корпуса «профессиональных» инженеров в России сдерживается не налаженной системой их сертификации и регистрации. Выход из сложившейся ситуации видится в усилении самостоятельности вузов в плане разработки основных профессиональных образовательных программ (ОПОП), координации их с ведущими работодателями отраслей и оценкой качества профессиональными сообществами по международным критериям. Создание в Российской Федерации общественных структур, призванных сертифицировать и регистрировать «профессиональных» инженеров является важным условием формирования корпуса российских «профессиональных» инженеров международного уровня.

**Ключевые слова:** Система высшего образования, подготовка инженеров, профессиональный инженер, компетенции, профессиональное сообщество, инженерная деятельность, образовательная программа, аккредитация, сертификация.

### Введение в проблему

С начального периода существования Советского Союза и вплоть до конца 80-х годов XX века система подготовки и распределения инженерных кадров была весьма эффективна, вследствие, с одной стороны, острой нехватки специалистов на предприятиях и, с другой стороны, формирования государственного заказа на их подготовку. В результате были созданы мощные конструкторские школы, в авиационной промышленности, военно-промышленном комплексе и даже в автомобилестроении. Внедрение в рамках этих школ звания «генеральный конструктор» немало способствовало развитию корпуса российских инженеров [1–3].

В ту эпоху вся система подготовки, учета, распределения инженеров и выполнения ими технических заданий была единой, управлялась централизованно государственными структурами, и давала положительные, хотя и однобокие с перекосом на ВПК, результаты для экономического развития страны.

По инерции эта система, но уже без особого успеха, продолжала работать и в эпоху, так называемой «перестройки», т. е. в переходный период от регулируемой государ-

ством экономики к рыночной. Ее основные недостатки – единый госзаказ и распределение, отсутствие конкуренции, консерватизм и самодостаточность, а также закрытость от внешнего мира – только усиливали негативный эффект в плане подготовки и использования инженерных кадров.

Советская система высшего профессионального образования квалифицировала выпускников технических специальностей, как инженеров-конструкторов, или инженеров-механиков в той или иной сфере, т. е. на сленге того времени получался «дипломированный инженер», которые «распределялись» на предприятия.

В свою очередь, техническая политика предприятия определялась, как правило, министерскими или ведомственными программами, и реализовывалась через службу «главного инженера» директивными указаниями. Разумеется, что такая система плюс отсутствие конкуренции не могла стимулировать развитие творческого потенциала инженерного корпуса. Именно отсутствие самостоятельности в принятии технических решений и низкая заинтересованность в результатах творчества резко снижало мотивацию соб-

ственного развития инженера, что и привело к деградации звания «инженер».

В постиндустриальную эпоху представление об инженерной деятельности (ИД) в значительной степени отличается от тех представлений прошлого века, когда инженер считался только лишь «творцом» объектов технической культуры. Вследствие развития технического прогресса и усложнения взаимоотношений человека и окружающего мира инженер должен уметь не только «создавать», но и реализовывать созданное. Поэтому сейчас человеку, имеющему звание «инженер» приходится решать задачи не только в области проектирования (творения) таких объектов, но и в области функционирования уже созданных объектов, а также в области управления как техническими, так и комбинированными системами, и производствами, т. е. быть «профессиональным инженером». Исходя из этого, в «должностные обязанности» современного «профессионального» инженера должны входить следующие виды деятельности.

1 – *функционирование* в рамках существующего производства с целью его устойчивого поддержания.

2 – *проектирование* новых объектов техники и технологий с целью развития производства

3 – *управление* производством с целью его поддержания, интенсивного развития и обеспечения конкурентоспособности.

Насколько равнозначны эти виды инженерной деятельности в реальной практике, очевидно, будет зависеть от конкретного места работы каждого выпускника, но в учебном плане новой образовательной программы подготовки инженеров должны быть четко определены компетенции, соответствующие этим видам деятельности.

Кроме того, для подготовки грамотного инженера во всех видах ИД требуется сформировать у выпускников, кроме компетенций «должностных обязанностей» еще и ключевые, т. е. социально-личностные компетенции. И хотя они должны быть практически одинаковыми для многих видов инженерной деятельности, но при проектировании образовательной программы образовательному учреждению также необходимо уделить время на их формирование.

Современный бизнес в технической сфере испытывает острую конкуренцию при производстве товаров и услуг, что потребовало

найма высококвалифицированных, компетентных инженеров, способных не только создавать технические решения, но и руководить проектом, работать в команде, а главное, принимать на себя ответственность за полученный результат своей деятельности. Именно способность к самостоятельной (или в команде) проектной деятельности с полной ответственностью за принятые решения, с использованием самых современных знаний об объекте проектирования и применением новейших информационных и профессиональных технологий отличает «профессионального инженера» от «инженера-функционера». Способность на основании анализа синтезировать новые решения, коммуникативность, инициативность, способность к саморазвитию и готовность эффективно реализовать свои личные качества – все эти характеристики относятся к человеку, носящему звание «профессиональный инженер» [4, 5].

В зарубежных странах (Евросоюз, или странах «Вашингтонского соглашения» к претенденту на звание «профессиональный инженер» предъявляются требования наличия соответствующего опыта работы и сертификата, полученного от профессиональных общественных структур, подтверждающего высокий уровень компетенций в сфере его деятельности. Очевидно, что для российского «профессионального» инженера эти требования также должны быть актуальными, поскольку именно практическая деятельность может подтвердить уровень его компетенций.

Ниже (табл. 1) для сравнения приведены некоторые требования к «Евро-инженеру», сформированные специалистами авторитетных международных организаций FEANI и ABET, и перспективные требования к инженеру XXI века, опубликованные российскими авторами в работах [6, 7].

Как видно из анализа требования к Евро-инженеру, и «перспективные» требования к российскому инженеру XXI века имеют достаточно много общих позиций.

Однако даже поверхностный анализ этих требований приводит к неутешительному выводу, что большинство образовательных программ российских вузов, сформированных на основании ФГОС ВО вряд ли способствуют формированию таких компетенций [8]. Хотя, нужно заметить, что в тех ведущих вузах, где образовательные программы устанавливаются самостоятельно (федеральных, а также на-

циональных исследовательских университетах г. Томска, Москвы, С-Петербурга, Новосибирска, Красноярска и др.) и где компетентност-

ные модели выпускников согласованы с международными партнерами и работодателями, эта проблема в значительной степени решена.

**Таблица 1.** Требования к компетенциям профессиональных инженеров

**Table 1.** Requirements for the competencies of professional engineer

«Евро-инженер» "Euro-engineer"	Российский «профессиональный» инженер Russian «professional» engineer
Осведомленность о постоянных технических изменениях и постоянное стремление к поиску инновации и креативности в инженерной профессии Awareness of constant technical change and a constant pursuit of innovation and creativity in the engineering profession	устойчивое, осознанное и позитивное отношение к своей профессии, избранной сфере деятельности, стремление к постоянному личностному и профессиональному совершенствованию и развитию своего интеллектуального потенциала stable, conscious and positive attitude to one's profession, chosen field of activity, striving for constant personal and professional improvement and development of one's intellectual potential
Способность применять подходящие теоретические и практические методы к анализу и решению инженерных проблем Ability to apply suitable theoretical and practical methods to the analysis and solution of engineering problems	высокая профессиональная компетентность, владение всей совокупностью необходимых в трудовой деятельности фундаментальных и специальных знаний и практических навыков high professional competence, possession of the entire set of fundamental and special knowledge and practical skills necessary in labor activity
Всестороннее (исчерпывающее) знание принципов инженерного проектирования, основывающееся на математике и комбинации научных предметов, относящихся к их дисциплинам Comprehensive (exhaustive) knowledge of the principles of engineering design, based on mathematics and a combination of scientific subjects related to their disciplines	владение методами моделирования, прогнозирования и проектирования, а также методами исследований и испытаний, необходимыми для создания новых интеллектуальных ценностей и материальных продуктов proficiency in modeling, forecasting and design methods, as well as research and testing methods necessary to create new intellectual values and material products
Общее знание хорошей инженерной практики в своей области инженерии и свойства, поведение, производство и использование материалов, компонентов и программного обеспечения General knowledge of good engineering practice in your field of engineering and properties, behavior, production and use of materials, components and software	творческий подход к решению профессиональных задач, умение ориентироваться в нестандартных условиях и нештатных ситуациях, анализировать возникающие проблемы, самостоятельно разрабатывать и реализовывать план необходимых действий a creative approach to solving professional problems, the ability to navigate in non-standard conditions and emergency situations, analyze emerging problems, independently develop and implement a plan of necessary actions
Компетентность в инженерной экономике, обеспечении качества, эксплуатационной надежности (включая восстановление и ремонт) и использовании технической информации и статистики Competence in engineering economics, quality assurance, operational reliability (including refurbishment and repair) and the use of technical information and statistics	владение методами технико-экономического анализа с целью его рационализации, оптимизации и реновации, а также методами экологического обеспечения производства и инженерной защиты окружающей среды knowledge of the methods of technical and economic analysis with the aim of its rationalization, optimization and renovation, as well as methods of environmental support of production and engineering protection of the environment
Способность работать с другими в междисциплинарных проектах; обеспечивать лидерство с учетом управленческих, технических, финансовых и человеческих факторов Ability to work with others in interdisciplinary projects; provide leadership based on managerial, technical, financial and human factors	высокая коммуникативная готовность к работе в профессиональной (производственной, научно-технической, информационной) и социальной среде high communicative readiness to work in a professional (industrial, scientific and technical, informational) and social environment

### Анализ существующих подходов к решению задачи

Известно, что политика Минобра в сфере высшего профессионального образования, направлена на интеграцию образовательного процесса в общемировое пространство. Законодательно вводя двухуровневую подготовку, [9] Правительство РФ таким образом создает условия для ранжирования выпускников российских и зарубежных вузов с надеждой дальнейшей конвертируемости российских дипломов о высшем профессиональном образовании. Поэтому работникам высшей школы совместно со специалистами и руководителями предприятий технической сферы производства необходимо в изменившихся условиях сохранить и даже повысить уровень подготовки выпускников, обеспечить формирование у них требуемых компетенций. Более того, необходимо включиться в работу по сертификации подготовленных выпускников, и уж, поскольку речь идет о подготовке «профессиональных инженеров», то необходимо создать им условия для мобильности в европейском и общемировом пространстве.

В странах Евросоюза и странах «Вашингтонского соглашения» (WA) уже давно существуют общественные профессиональные сети по аккредитации инженерного образования, например, в Евросоюзе ENAEE (The European Network for Accreditation of Engineering Education) и сертификации инженерной профессии FEANI (Fédération Internationale d'Associations Nationales d'Ingénieurs). Четко определена методика сертификации, ведется учет подготовленных инженеров, и постоянно актуализируются требования к их квалификации и компетенциям.

Например, для получения претендентом звания «Евро-инженер» выпускник как минимум должен окончить образовательную программу, аккредитованную в соответствии со стандартами «EUR-ACE» профессионально-общественной аккредитацией одной из структур ENAEE и иметь не менее 2-х лет опыта работы на ответственной руководящей должности при выполнении важного инженерного проекта.

Критерии качества образовательных программ инженерной подготовки, разработанные ENAEE в проекте «EUR-ACE» являются общепризнанными международными крите-

риями для оценки инженерного образования с позиций Болонского процесса. [10]. Очевидно, что для получения выпускнику российского технического вуза звания «профессиональный» инженер необходимо, чтобы соответствующие образовательные программы технического направления были также аккредитованы в соответствии с критериями «EUR-ACE».

К сожалению, приходится констатировать, что в Российской Федерации в реестре аккредитованных программ инженерной подготовки с присвоением европейского знака «EUR-ACE» по состоянию на 30.06.2020 числится лишь около 430 образовательных программ бакалавров и магистров. [11]. Однако, усилиями Общероссийской общественной организации «Ассоциация инженерного образования России» и в частности представителями ее Правления под руководством профессора Ю.П. Похолкова, начиная с 2019 г., интенсифицировалась работа по представлению образовательными организациями своих инженерных программ для проведения профессионально общественной аккредитации. В частности, на заседании Правления № 2 от 28 мая 2019 года было принято решение «... Каждому члену Правления обеспечить представление в АЦ АИОР на международную профессионально-общественную аккредитацию не менее 5 образовательных программ в год из курируемых региональных отделений АИОР». В соответствии с этим решением, Тольяттинское региональное отделение АИОР (председатель – ректор ТГУ Криштал М.М.) представило для аккредитации на 2021–2022 год десять образовательных программ.

Что касается сертификации и регистрации профессиональных инженеров в РФ, то на сегодняшний день эта деятельность находится в зачаточном состоянии. Единственная организация – РосСНИО (Российский союз научных и инженерных общественных объединений) а также созданный в 2010 году региональный центр сертификации профессиональных инженеров для стран АТЭС в г. Томске. Там, с момента его создания и по настоящее время получили международные сертификаты «профессиональных инженеров» для стран АТЭС 222 выпускника российских вузов. В рамках общего объема инженерной подготовки всех вузов России эта цифра явно недостаточна для формирования общероссийского корпуса «профессиональных» инженеров.

### Система доказательств и научная аргументация

Исходя из анализа существующих подходов к решению задач возникает *первая и наиболее важная проблема* – это разработка *новой* образовательной программы подготовки бакалавров и магистров с учетом требований международных стандартов.

Федеральные ГОСы по техническим направлениям так называемого «третьего поколения» и поколения 3++ формально декларируют требования к программам подготовки бакалавров и магистров, имеются также и примерные образовательные программы обоих уровней подготовки выпускников. К сожалению, и тот и другой документы принципиально новыми, с точки зрения подготовки профессионального инженера назвать нельзя. Структура и содержание текста этих ФГОСов принципиально не претерпела каких-либо изменений. Требования к структуре основной образовательной программы также остались прежними, в частности, учебный план предусматривает изучение студентами все в той же последовательности «гуманитарных, социально-экономических, математических и естественнонаучных, профессиональных циклов». Другими словами, налицо ситуация; резко изменились социально-экономические параметры общества, радикально увеличился объем различного рода поступающей информации, изменились требования к результатам образовательного процесса, а модель выпускника образовательной программы ВО, планы его подготовки и оценка результатов обучения остались в старых рамках.

Некоторые попытки интегрировать требования к ОПОП в международные стандарты в российском академическом сообществе всё-таки были. Например, в работе [12] авторы прямо указывают - «...формирование общей структуры вузовской ООП как комплексного проекта образовательной системы, реализующей требования ФГОС ВО по определенному направлению подготовки, осуществляется под влиянием ряда существенных факторов. Прежде всего – это логика компетентностного подхода к результатам высшего образования как концептуального ядра ФГОС ВО, требующая усиления студентоцентрированности, интегрирующего и междисциплинарного характера в целом образовательного процесса в вузе при сохранении и развитии дисциплинарно-модульной его

организации ...». Это означает, что основанием для составления учебных планов должно быть *составление компетентностной модели выпускника, разработанной не только, и не столько на требованиях ФГОС, сколько на основании профессионального стандарта*. В настоящее время ФГОС3++, утвержденный в 2020 году для подготовки магистров по направлению «Машиностроению» хотя и косвенно, но декларирует это положение [13].

Ранее были попытки крупного бизнеса (например, «Объединенная Авиастроительная корпорация»), создать свой профстандарт и реализовать его в образовательных программах ряда авиационных вузов России. Как показала практика, ни одна из образовательных программ не могла обеспечить получение заданных результатов обучения [14].

Обязательность использования профстандарта при формировании ОПОП по направлениям подготовки должна стимулировать к более активному взаимодействию вузовского и бизнес-сообществ, что, несомненно, положительно скажется на общем состоянии экономического развития.

Что касается других «основных документов ОПОП», то здесь тоже наблюдается определенный прогресс, хотя также с оглядкой на существовавшие ранее формы и содержание. То есть, создаются и выстраиваются во времени отдельные блоки дисциплин, курсов, модулей, синергетический эффект которых проявляется в формировании конкретной заданной компетенции. Эта форма новая, позволяющая в совокупности целенаправленно реализовать заданную компетентностную модель.

К сожалению, общая структура предлагаемого макета ОПОП для реализации ФГОС построена по разделам, которые, хотя и имеют достаточно много общих элементов с международными критериями, разработанными в проекте «EUR-ACE», но и есть достаточно много различий.

Между тем уже достаточно хорошо известны и в Европе, и в России критерии и алгоритмы формирования новых образовательных программ, а также новых учебных планов, которые учитывают современные требования к выпускникам инженерных специальностей (компетентностную модель), оценку результатов обучения и организацию образовательного процесса. Эти критерии разработаны АИОР и совместимы с аккредитационными требованиями к качеству образовательных

программ европейской сети ENAEE (ABET Criteria 2000) [15]. Известна двухконтурная модель этапов ее проектирования, [16], которая должна быть «дорожной картой» при проектировании новой образовательной программы для подготовки «профессиональных» инженеров в российских вузах (рис. 1).

Похожий вариант алгоритма проектирования инженерной образовательной программы также разработанный на основе европейских критериев (FEANI – ENAEE), не противоречащий выше представленной схеме, рассмотрен в работе [17].

Формирование структуры и содержания учебного плана ОПОП во многом определяет получение тех или иных образовательных результатов, качество которых напрямую влияет на формирование компетенций «профессионального инженера». Поэтому основной задачей организации учебного процесса является составление такого учебного плана, дисциплины (модули, курсы) которого бы целенаправленно формировали заданную компетентностную модель выпускника. Однако реальность такова, что даже в «методических рекомендациях», разработанных уважаемы-

ми авторами, рекомендуются старые формы учебных планов, где, все изучаемые дисциплины разделены на блоки естественнонаучных, гуманитарных социально-экономических, и т. д. дисциплин. Как и прежде все эти дисциплины цепочкой выстраивают во времени их изучения студентами, не заботясь об их целенаправленности на формирование заданных компетенций. Более того, сам план формируется не на основании разработанной совместно с работодателями компетентностной модели выпускника, а является совокупностью имеющихся учебных дисциплин с намеком на вариативность отдельных из них, якобы для обеспечения траекторности обучения. Все эти действия мало приближают нас к решению глобальной задачи – подготовки «профессионального инженера», поскольку отсутствуют две очень важные составляющие:

1. Учебный план проектируется не на основании разработанной совместно с работодателями компетентностной модели выпускника.
2. Структура плана не способствуют целенаправленному формированию заданных компетенций.

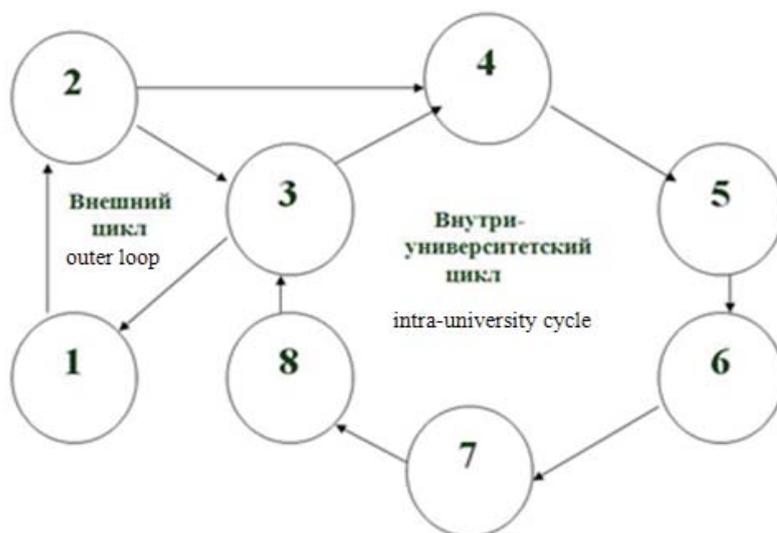


Рис. 1. Двухконтурная модель ABET проектирования образовательной программы

Fig. 1. ABET two-circuit model of educational program design

- 1 – потребности заинтересованных сторон в подготовке специалистов / training needs of stakeholders;
- 2 – формирование целей образовательной программы / formation of the goals of the educational program;
- 3 – проверка достижения целей программы через оценку результатов обучения / verification of the achievement of program objectives through the assessment of learning outcomes;
- 4 – планирование требуемых результатов обучения для достижения целей / planning the required learning outcomes to achieve the goals,
- 5 – определение того, как результаты будут получены / determining how the results will be obtained;
- 6 – определение того, как результаты будут оценены / determining how the results will be judged;
- 7 – определение индикаторов получения результатов для достижения целей / determination of indicators of obtaining results to achieve goals;
- 8 – организация образовательного процесса / organization of the educational process

Для целенаправленного формирования требуемых компетенций необходимо сформировать учебный план в виде блочно-модульной структуры, где каждый учебный блок четко направлен на формирование заданной компетенции разработанной модели выпускника. Здесь целевая функция каждого учебного блока задается набором курсов или модулей дисциплин, каждый из которых способствует формированию заданной компетенции. В этом случае можно сформировать блоки как из уже имеющихся дисциплин существующего учебного плана, так и совершенно новых, ранее не изучавшихся студентами, но крайне необходимых для реализации компетентностной модели. Причем, создав целую «библиотеку учебных блоков», из них можно формировать и траектории обучения студентов с той или иной направленностью. Кстати нужно заметить, что учебные планы большинства зарубежных вузов также построены по блочно-модульному принципу и в этой части будет наблюдаться гармонизированность образовательных систем. Более подробно разработка блочно-модульного учебного плана была представлена нами в работах [18–20].

*Вторая проблема*, требующая решения при подготовке «профессионального инженера – это проблема аккредитации образовательных программ.

Для вузов понятие государственной аккредитации тесно связано с понятием государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования РФ, устанавливающих минимальные требования к содержанию образования и уровню подготовки специалистов по соответствующим направлениям и специальностям. В тоже время, во многих европейских странах не существуют какие-либо государственные образовательные стандарты как в России. Поэтому оценка деятельности вузов у нас в стране и за рубежом существенно различается. Для России государственные образовательные стандарты нужны для сохранения единого образовательного пространства и обеспечения академической мобильности студентов. Поскольку наша система ВО все-таки интегрируется в европейское пространство, то ФГОСы должны стать только лишь «рамками», в которых вузы самостоятельно разрабатывают образовательные программы с учетом региональной специфики. Кроме того, эти рамки не должны сковывать самостоятельность вузов в корре-

кции учебных планов подготовки выпускников российских и европейских университетов. Поэтому и Европейская и Российская система аккредитации инженерных образовательных программ должна базироваться на использовании национальных аккредитационных агентств, действие которых основано на согласованных стандартах и процедурах. Естественно, что используемые этими агентствами критерии и процедуры должны быть в рамках проекта EUR-ACE. Тогда аккредитация, проведенная этими агентствами, получает статус Европейской «EUR-ACE» – аккредитации. Наиболее яркий пример – это проведение профессионально-общественной аккредитации образовательных программ вузов Аккредитационным Центром Ассоциации инженерного образования России (АИОР).

*Третья проблема* – проблема сертификации выпускников технических специальностей первого и второго уровней. Эта проблема актуальна не только для системы ВО России, но и для промышленного бизнеса, т. е. любого работодателя, «потребляющего» выпускников вузов. Решение проблемы сертификации выпускников на звание «профессиональный инженер» в РФ пока находится в начальной стадии, и осуществить ее можно лишь при совместных усилиях образовательного, профессионального сообществ и бизнеса.

А между тем, эта проблема уже сейчас начинает тормозить процесс модернизации экономики России, объявленной Президентом и Правительством РФ на ближайшую перспективу. Примеров тому уже сейчас достаточно много. Многие зарубежные фирмы, выполняя в России какие-либо технические проекты, не берут (не имеют право брать согласно нормативным документам) на руководящие роли в эти проекты российских инженеров, поскольку те не имеют сертификата «профессионального инженера». Такая ситуация «второразрядности» никоим образом не способствует развитию ни экономики, ни инженерного корпуса.

Первый в России региональный Центр международной сертификации профессиональных инженеров для создан Томской торгово-промышленной палатой совместно с Администрацией Томской области, Ассоциацией инженерного образования России и Российским Союзом научных и инженерных общественных объединений. (РосСНИО) [21]. Центр осуществляет практическую деятельность по экспертизе и сертификации инжене-

ров, обеспечивает информирование претендентов и сертифицированных инженеров, а также их регистрацию в международных профессиональных информационных системах (регистрах) стран АРЕС [22]. В РосСНИО еще в 2009 г. создан Российский мониторинговый комитет FEANI, авторизованный присваивать звание «Европейский инженер» с регистрацией в FEANI Register.

Работа АИОР и РосСНИО в этом направлении продолжается, и на заседании Правления АИОР №2 от 28 мая 2019 года [23] принято решение создать в ПФО с участием тольяттинского регионального отделения АИОР, Тольяттинской торгово-промышленной палаты региональный центр сертификации профессиональных инженеров (ответственный – член Правления АИОР, ректор ТГУ Криштал М.М.). Организация такой структуры и ее деятельность в Приволжском Федеральном округе позволит создать корпус «профессиональных» инженеров и соответственно получить значительные преференции вузам, бизнесу и региональным властным структурам. В настоящее время ведутся переговоры с представителями ТПП, РосСНИО и АИОР о создании такого центра. Подготовлена «дорожная карта» по реализации этого мероприятия. Основной задачей деятельности в этом направлении видится активное привлечение региональных бизнес-структур, вовлечение их в деятельность регионального центра сертификации как с материально-технической помощью, так и привлечения потенциальных претендентов на получения звания «профессиональный инженер».

Какие преференции получит Поволжский регион и в частности его вузы, бизнес и общественные профессиональные объединения в случае реализации этого проекта?

1. Улучшится инвестиционная привлекательность Самарского региона для зарубежного бизнеса за счет «прозрачности» кадровой политики при назначении топ-менеджеров совместных проектов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Творцы отечественной авиации // История инженерного дела. URL: [https://library.brstu.ru/static/bd/istor\\_ing\\_dela/books/avia/default.htm](https://library.brstu.ru/static/bd/istor_ing_dela/books/avia/default.htm) (дата обращения: 05.11.2020).
2. Рахманин В.Ф. С.П. Королев и В.П. Глушко: сотрудничество и амбиции // Око планеты. URL: <https://oko-planet.su/science/sciencediscussions/16399-spkorolev-i-vpglushko-sotrudnichestvo-i-ambicii.html> (дата обращения: 05.11.2020).
3. Инженеры будущего. Как развивалась конструкторская школа ГАЗа? // Рамблер. – 2020. URL: <https://news.rambler.ru/other/42463438-inzhenery-buduschego-kak-razvivalas-konstruktorskaya-shkola-gaza/> (дата обращения: 05.11.2020).

2. Повысится конкурентоспособность региональных предприятий.
3. Повысится имидж Тольяттинской Торгово-промышленной палаты в ПФО, как одного из организаторов инновационной структуры в сфере реализации Президентской программы подготовки управленческих кадров.
4. Увеличится процент трудоустройства выпускников Тольяттинского государственного университета и других вузов региона.
5. Повысится конкурентоспособность вузов на российском рынке образовательных услуг.
6. Укрепятся позиции вузов региона на международном рынке образовательных услуг.

#### Выводы

1. Разработка системы подготовки и сертификации российского «профессионального инженера» является необходимым условием для модернизации экономики страны.
2. Компетентностные модели российского «профессионального «инженера и «Евро-инженера» должны в своей основе соответствовать друг другу.
3. Система профессионально-общественной аккредитации образовательных программ АИОР создает условия для получения российскими инженерами звания «Евро-инженер» («профессиональный инженер»).
4. Новая образовательная программа, разработанная на основе международных критериев качества «EUR – ACE», включающая целеполагающий блочно-модульный учебный план с последующей ее общественно-профессиональной аккредитацией, является необходимым условием для сертификации выпускников российских вузов на звание «профессиональный инженер» («Евро-инженер»).
5. Создание Региональных Центров сертификации и регистрации профессиональных инженеров обеспечит формирование корпуса российских «профессиональных» инженеров международного уровня.

4. Профессиональным инженерам // Томская торгово-промышленная палата. – 2020. URL: <http://icc.tomsktp.ru/cat/engineers/> (дата обращения: 05.11.2020).
5. Традиционная иерархия мыслительных процессов. URL: <https://www.intel.ru/content/dam/www/program/education/emea/ru/ru/documents/project-design1/thinking-skills/bloom-taxonomy.pdf> (дата обращения: 05.11.2020).
6. Гребнев Л., Кружалин В., Попова Е. Модернизация структуры и содержания инженерного образования // «Высшее образование в России». – 2003. – № 4. – С. 46–55.
7. Ельцов В.В., Скрипачев А.В. Алгоритм и методика разработки образовательной программы инженерной подготовки инновационно-ориентированной личности // Инженерное образование. – 2009. – № 5. – С. 78–85.
8. Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования. Архив файлов ФГОС ВПО // Федеральный портал «Российское образование». URL: [http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv\\_new.htm](http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv_new.htm) (дата обращения: 05.11.2020).
9. О внесении изменений в трудовой кодекс российской федерации и статьи 11 и 73 федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 02.05.2015, № 122-ФЗ. URL: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_178864/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_178864/) (дата обращения: 05.11.2020).
10. Augusti G. Происхождение, современное состояние и перспективы развития европейской системы аккредитации инженерных образовательных программ EUR-ACE // Инженерное образование. – 2013. – № 12. – С. 22–31.
11. Реестр аккредитованных программ (на 30.06.2020) // Ассоциация инженерного образования России. 2012–2020. URL: [http://aeer.ru/ru/reestr\\_programm.htm](http://aeer.ru/ru/reestr_programm.htm) (дата обращения: 05.11.2020).
12. Проектирование основных образовательных программ, реализующих федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования: Методические рекомендации для руководителей и актива учебно-методических объединений вузов / под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора Н.А. Селезневой. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, Координационный совет учебно-методических объединений и научно-методических советов высшей школы, 2010. – 92 с.
13. Пилипенко С.А. О направлениях и задачах актуализации ФГОС ВО 3+-. URL: <http://www.fa.ru/dep/umo/Documents> (дата обращения: 05.11.2020).
14. Пудалова Е.И. Сертификация выпускников вузов: опыт Объединенной авиастроительной корпорации. URL: [https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPPrjRXIUfoewruLCmurD2QsXgKd\\_iA2i4xk\\_mWxw\\_ktiFQo7qZsriP8yeaF5Uovu-i7cW\\_q8kwmzU\\_BavrRKBIC28G81YN6tI0ft\\_SCTrPtBGI1DYzRs\\_LpTkRaXxDcQvyohgOIZENNq-E1g%3D%3D%3Fsign%3DKm\\_Uh4CgmVOXgmlO9Bakk5U5B-0hgXqkoJoMD1ST9\\_I%3D&name=1\\_2\\_Pudalova\\_Certification.ppt](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPPrjRXIUfoewruLCmurD2QsXgKd_iA2i4xk_mWxw_ktiFQo7qZsriP8yeaF5Uovu-i7cW_q8kwmzU_BavrRKBIC28G81YN6tI0ft_SCTrPtBGI1DYzRs_LpTkRaXxDcQvyohgOIZENNq-E1g%3D%3D%3Fsign%3DKm_Uh4CgmVOXgmlO9Bakk5U5B-0hgXqkoJoMD1ST9_I%3D&name=1_2_Pudalova_Certification.ppt) (дата обращения: 05.11.2020).
15. Чучалин А.И. Проектирование образовательных программ по критериям качества на основе планирования компетенций выпускников. URL: [http://ac-raee.ru/colloquium/RAEE\\_Worshop\\_1.php](http://ac-raee.ru/colloquium/RAEE_Worshop_1.php) (дата обращения: 05.11.2020).
16. Чучалин А.И. Аккредитация и сертификация в инженерном образовании и инженерной профессии // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 26–33.
17. Алисултанова Э.Д. Компетентностный подход в инженерном образовании. – М.: Издательство «Академия Естествознания», 2010. URL: <http://www.rae.ru/monographs/114> (дата обращения: 05.11.2020).
18. Ельцов В.В., Скрипачев А.В. Алгоритм формирования учебного плана подготовки бакалавра на основе компетентностного подхода // Сборник материалов 4-й Всероссийской научно-методической конференции «Проблемы университетского образования. Компетентностный подход в образовании». Т. 1. – Тольятти: ТГУ, 2009. – С. 118–129.
19. Ельцов В.В., Скрипачев А.В. Проектирование совместных образовательных программ для подготовки выпускников в рамках кластерного университета «Автомобилестроение» // Сборник материалов 4-й Всероссийской научно-методической конференции «Проблемы университетского образования. Компетентностный подход в образовании». Т. 1. – Тольятти: ТГУ, 2009. – С. 114–118.
20. Ельцов В.В., Скрипачев А.В. Качественное инженерное образование, как результат системного подхода к организации и проведению учебного процесса // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 98–103.
21. Центр международной сертификации профессиональных инженеров. URL: <http://icc.tomsktp.ru/> (дата обращения: 05.11.2020).
22. Ситцев В.М., Рачков М.Ю. Сертификация российских специалистов на звание «Евроинженер» // Инженерное образование. – 2010. – № 6. – С. 63–70.
23. Заседания и решения Правления // Ассоциация инженерного образования России. 2012–2020. URL [http://aeer.ru/ru/reestr\\_programm.htm](http://aeer.ru/ru/reestr_programm.htm) (дата обращения: 05.11.2020).

Дата поступления: 10.11.2020

UDC 378.22

## CONDITIONS FOR THE FORMATION OF THE CORPS OF PROFESSIONAL ENGINEERS IN THE RUSSIAN FEDERATION

**Valery V. Eltsov,**

Dr. Sc., Professor, Department of Welding, Material Pressure Processing  
and Related Processes,  
VEV@tltsu.ru

Togliatti State University, 1  
4, Belorusskaya str., Tolyatti, 445020, Russia.

“Professional” engineers who are distinguished by high professionalism, initiative, creative approach to decision-making and high responsibility for the results of their engineering activities are able to develop the country's economy and ensure its competitiveness at the world level. The problem of training such engineers is both the conservatism of the higher education system (HE) and the weak development of professional communities that can influence the content and critically evaluate the educational programs of higher education institutions. The development of the corps of “professional” engineers in Russia is hindered by an unsettled system of their certification and registration. The way out of this situation is seen in strengthening the independence of higher education institutions in terms of developing basic professional educational programs, coordinating them with leading employers in the industry, and evaluating the quality of professional communities according to international criteria. The creation in the Russian Federation of public structures designed to certify and register “professional” engineers is an important condition for the formation of a corps of Russian “professional” engineers of international level.

**Keyword:** Higher education system, training of engineers, professional engineer, competencies, professional community, engineering activities, educational program, accreditation, certification.

### REFERENCES

1. Tvortsy otechestvennoy aviatsii [Creators of domestic aviation]. *Istoriya inzhenernogo dela*. Available at: [https://library.brstu.ru/static/bd/istor\\_ing\\_dela/books/avia/default.htm](https://library.brstu.ru/static/bd/istor_ing_dela/books/avia/default.htm) (accessed 05.11.2020).
2. Rakhmanin V.F. S.P. Korolev i V.P. Glushko: sotrudnichestvo i ambitsii [S.P. Korolev and V.P. Glushko: Cooperation and Ambition]. *Oko planety*. Available at: <https://oko-planet.su/science/sciencediscussions/16399-sporolev-i-vp-glushko-sotrudnichestvo-i-ambicii.html> (accessed 05.11.2020).
3. Inzheneriy buduschego. Kak razvivalas' konstruktorskaya shkola GAZa? [Engineers of the future. How did the GAZ design school develop?]. *Rambler*. 2020. Available at: <https://news.rambler.ru/other/42463438-inzheneriy-buduschego-kak-razvivalas-konstruktorskaya-shkola-gaza/> (accessed: 05.11.2020).
4. Professionalnym inzheneram [To professional engineers]. *Tomskaya trgovno-promyshlennaya palata*. 2020. Available at: <http://icc.tomsktp.ru/cat/engineers/> (accessed: 05.11.2020).
5. *Traditsionnaya iyerarkhiya myslitelnykh protsessov* [The traditional hierarchy of thought processes]. Available at: <https://www.intel.ru/content/dam/www/program/education/emea/ru/ru/documents/project-design1/thinking-skills/bloom-taxonomy.pdf> (accessed: 05.11.2020).
6. Grebnev L., Kruzhalin V., Popova E. Modernizatsiya struktury i sodержaniya inzhenernogo obrazovaniya [Modernization of the structure and content of engineering education]. *Vyshey obrazovaniye v Rossii*. 2003, no. 4, pp. 46–55.
7. Eltsov V.V., Skripachev A.V. Algoritm i metodika razrabotki obrazovatelnoy programmy inzhenernoy podgotovki innovatsionno-oriyentirovannoy lichnosti [Algorithm and methodology for developing an educational program for engineering training of an innovation-oriented personality]. *Engineering Education*. 2009, no. 5, pp. 78–85.
8. Federalnyye gosudarstvennyye obrazovatelnyye standarty vysshego professionalnogo obrazovaniya. Arkhiv faylov FGOS VPO [Federal state educational standards of higher professional education. Archive of files of the Federal State Educational Standard of Higher Professional Education]. *Federalnyy portal "Rossiyskoye obrazovaniye"*. Available at: [http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv\\_new.htm](http://www.edu.ru/db/portal/spe/archiv_new.htm) (accessed: 05.11.2020).
9. *O vnesenii izmeneniy v trudovoy kodeks rossiyskoy federatsii i stati 11 i 73 federalnogo zakona «Ob obrazovanii v Rossiyskoy Federatsii» ot 02.05.2015. № 122-FZ* [On amendments to the Labor Code of the Russian Federation and Articles 11 and 73 of the Federal Law “On Education in the Russian Federation” dated 02.05.2015. No. 122-FL]. Available at: [http://www.consultant.ru/document/Cons\\_doc\\_LAW\\_178864/](http://www.consultant.ru/document/Cons_doc_LAW_178864/) (accessed: 05.11.2020).
10. Augusti G. Proiskhozhdeniye, sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya yevropeyskoy sistemy akkreditatsii inzhenernykh obrazovatelnykh programm EUR-ACE [Origin, current state and

- development prospects of the European system of accreditation of engineering educational programs EUR-ACE]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2013, no. 12, pp. 22–31.
11. Reyeestr akkreditovannykh programm (na 30.06.2020) [Register of accredited programs (as of June 30, 2020) // Association for Engineering Education of Russia]. *Assotsiatsiya inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2012–2020. Available at: [http://aeer.ru/ru/reestr\\_programm.htm](http://aeer.ru/ru/reestr_programm.htm) (accessed: 05.11.2020).
  12. *Proyektirovaniye osnovnykh obrazovatelnykh programm, realizuyushchikh federalnyye gosudarstvennyye obrazovatelnyye standarty vysshego professionalnogo obrazovaniya: Metodicheskiye rekomendatsii dlya rukovoditeley i aktivna uchebno-metodicheskikh obyedineniy vuzov*. Pod nauch. red. d-ra tekhn. nauk, professora N.A. Seleznevoy [Designing basic educational programs that implement federal state educational standards of higher professional education: Methodological recommendations for the leaders and the asset of educational and methodological associations of universities. By ed. N.A. Selezneva]. Moscow, Issledovatel'skiy tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, Koordinatsionnyy sovet uchebno-metodicheskikh obyedineniy i nauchno-metodicheskikh sovetov vysshey shkoly, 2010, 92 p.
  13. Pilipenko S.A. *O napravleniyakh i zadachakh aktualizatsii FGOS VO 3++* [Pilipenko S.A. On the directions and tasks of updating the Federal State Educational Standard of Higher Education 3 ++]. Available at: <http://www.fa.ru/dep/umo/Documents> (accessed: 05.11.2020).
  14. Pudalova E.I. *Sertifikatsiya vypusknikov vuzov: opyt Obyedinennoy aviastroitel'noy korporatsii* [Certification of university graduates: the experience of the United Aircraft Corporation]. Available at: [https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXIUFoewruICmurD2QsXgKd\\_iA2i4xK\\_mWxw\\_ktiFQo7qZsriP8yef5Uovu-i7cW\\_q8kwmzU\\_BavrRKBIC28G81YN6tl0ft\\_SCTrPtbg1DYzRs\\_LpTkrAXxDcQvyohgOIZENNq-E1g%3D%3D%3Fsign%3DKm\\_Uh4CgmVOXgmlO9Bakk5U5B-0hgXqkoJoMD1ST9\\_1%3D&name=1\\_2\\_Pudalova\\_Certification.ppt](https://docviewer.yandex.ru/?url=ya-browser%3A%2F%2F4DT1uXEPRrJRXIUFoewruICmurD2QsXgKd_iA2i4xK_mWxw_ktiFQo7qZsriP8yef5Uovu-i7cW_q8kwmzU_BavrRKBIC28G81YN6tl0ft_SCTrPtbg1DYzRs_LpTkrAXxDcQvyohgOIZENNq-E1g%3D%3D%3Fsign%3DKm_Uh4CgmVOXgmlO9Bakk5U5B-0hgXqkoJoMD1ST9_1%3D&name=1_2_Pudalova_Certification.ppt) (accessed: 05.11.2020)
  15. Chuchalin A.I. *Proyektirovaniye obrazovatelnykh programm po kriteriyam kachestva na osnove planirovaniya kompetentsiy vypusknikov* [Designing educational programs based on quality criteria based on planning the competencies of graduates]. Available at: [http://ac-raee.ru/colloquium/RAEE\\_Worcshop1\\_php?](http://ac-raee.ru/colloquium/RAEE_Worcshop1_php?) (accessed: 05.11.2020).
  16. Chuchalin A.I. Akkreditatsiya i sertifikatsiya v inzhenernom obrazovanii i inzhenernoy professii [Accreditation and certification in engineering education and the engineering profession]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2014, no. 15, pp. 26–33.
  17. Alisultanova E.D. *Kompetentnostnyy podkhod v inzhenernom obrazovanii* [Competence approach in engineering education]. Moscow, Izdatel'stvo "Akademiya Yestestvoznaniya", 2010. Available at: <http://www.rae.ru/monographs/114> (accessed: 05.11.2020).
  18. Yeltsov V.V., Skripachev A.V. Algoritm formirovaniya uchebnogo plana podgotovki bakalavra na osnove kompetentnostnogo podkhoda [Algorithm for the formation of the curriculum for the preparation of a bachelor on the basis of a competence-based approach]. *Sbornik materialov 4-y Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Problemy universitetskogo obrazovaniya. Kompetentnostnyy podkhod v obrazovanii»* [Collection of materials of the 4th All-Russian scientific and methodological conference "Problems of University Education. Competence approach in education"]. Togliatti, TSU Publ., 2009, Volume 1, pp. 118–129.
  19. Eltsov V.V., Skripachev A.V. *Proyektirovaniye sovместnykh obrazovatelnykh programm dlya podgotovki vypusknikov v ramkakh klaster'nogo universiteta «Avtomobilestroyeniye»* [Designing joint educational programs for the training of graduates in the framework of the cluster university "Automotive"]. *Sbornik materialov 4-y Vserossiyskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii «Problemy universitetskogo obrazovaniya. Kompetentnostnyy podkhod v obrazovanii»* [Collection of materials of the 4th All-Russian scientific and methodological conference "Problems of University Education. Competence approach in education"]. Togliatti, TSU Publ., 2009, Volume 1, pp. 114–118.
  20. Eltsov V.V., Skripachev A.V. *Kachestvennoye inzhenernoye obrazovaniye, kak rezultat sistemnogo podkhoda k organizatsii i provedeniyu uchebnogo protsessa* [High-quality engineering education as a result of a systematic approach to the organization and conduct of the educational process]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2014, no. 15, pp. 98–103.
  21. *Tsentr mezhdunarodnoy sertifikatsii professionalnykh inzhenerov* [Center for International Certification of Professional Engineers]. Available at: <http://icc.tomsktpp.ru/> (accessed: 05.11.2020).
  22. Sittsev V.M., Rachkov M.Yu. Sertifikatsiya rossiyskikh spetsialistov na zvaniye «Yevroinzhener» [Certification of Russian specialists for the title of "European engineer"]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2010, no. 6, pp. 63–70.
  23. *Zasedaniya i resheniya Pravleniya* [Meetings and decisions of the Board]. *Assotsiatsiya inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2012–2020. Available at: [http://aeer.ru/ru/reestr\\_programm.htm](http://aeer.ru/ru/reestr_programm.htm) (accessed: 05.11.2020).

Received: 10.11.2020

УДК 004.4; 621.01

## ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ КОМПЬЮТЕРНО–МЕХАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ БУДУЩЕГО

**Кузлякина Валентина Васильевна,**  
доктор технических наук, профессор,  
KuzlyakinaVV@mail.ru

Россия, 690054, Владивосток, ул. Рыбацкая, 17.

В статье рассматривается проблема обеспечения инженерного образования современным лабораторным оборудованием. В двадцать первом веке провозглашена всесторонняя цифровизация. Достигнуты значительные успехи во многих образовательных направлениях, кроме инженерного. Особо сложные проблемы в создании лабораторных комплексов.

**Ключевые слова:** компьютерные технологии, лабораторные комплексы, датчики, удалённый доступ.

### Введение

Современному инженерному образованию, казалось бы, уделяется большое внимание, но, к сожалению, на словах. Особое внимание должно быть уделено лабораторному оборудованию по инженерным общепрофессиональным дисциплинам. Большая часть его была изготовлена в середине двадцатого века. Оно устарело и морально и физически. Новое оборудование, предлагаемое на рынке, очень дорого и к тому же далеко не все соответствует современному уровню.

В последние 15–20 лет в области изготовления лабораторного оборудования появились Российские фирмы. Наиболее известными и продвинутыми стали: ЗАО «Дидактические Системы» (создана в 1996 г. <https://disys.ru/>), ООО НПП «Учтех-Профи» (создана в 2007 г., <http://labstand.ru>), ООО ПО «Зарница» (создана 2003 г. <https://zarnitza.ru>), ООО Учебная техника (создана в 2012 г., <https://lab-tehnika.tiu.ru>) и другие. Достаточно полно представлено лабораторное оборудование по обще профессиональным инженерным дисциплинам фирмами ООО НПП «Учтех-Профи» и ООО ПО «Зарница».

При изучении инженерных дисциплин: выполняются экспериментальные (лабораторные) работы с большим объёмом расчётных операций. Сформировалась потребность в создании лабораторных компьютерно-механических комплексов по инженерным дисциплинам (ЛКМК ИД).

ЛКМК ИД – это совокупность экспериментальных установок, компьютерной техники, программных средств разного уровня, информационной среды соответствующей дис-

циплины, объединённая единой управляющей системой для организации обучения. Впервые об этом было доложено нами на конференции в г. Орёл в 2007 г. [1]. В докладе был представлен опыт выполнения лабораторных работ по фундаментальному курсу Теория механизмов и машин (ТММ) с компьютерной поддержкой.

### Лабораторный практикум с компьютерной поддержкой

Информационная среда по фундаментальному курсу «Теория механизмов и машин» для механических специальностей содержит 7 модулей, из них 4 модуля посвящены изучению рычажных механизмов и 3 модуля механизмам с высшими парами. В каждом модуле выполняются лабораторные работы. Первая лабораторная работа в компьютерном варианте «Уравновешивание масс, расположенных в параллельных плоскостях» введена в учебный процесс в 1995 г. В 2002 г. в МГУ им. адм. Г.И. Невельского впервые реализован комплексный лабораторный практикум с компьютерной поддержкой. Он содержит два раздела: «Исследование рычажных механизмов» – 10 лабораторных работ и «Исследование механизмов с высшими парами» – 6 работ. Лабораторный практикум с компьютерной поддержкой выполняется на лабораторных стендах и на персональных компьютерах (ПК) в программных средах VSE, DINAMIC, GCG&FQ, KulWin, APM Win Machine [2].

Процедура выполнения лабораторных работ содержит шесть этапов:

- теоретическая подготовка, методические указания ко всем лабораторным работам

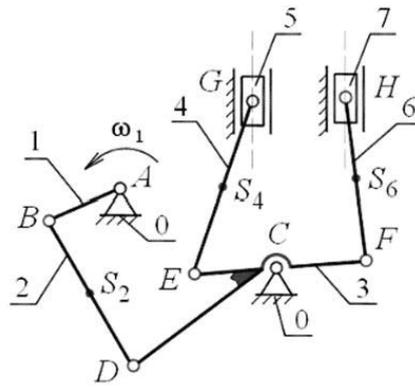


Рис. 1. Модель и кинематическая схема механизма Морган  
Fig. 1. Model and kinematic diagram of the Morgan mechanism

в текстовом формате имеются в библиотеке, в методическом кабинете, а также в гипертекстовых форматах встроены в автоматизированную систему организации обучения (АСОО) КОБРА и выставлены в компьютерной сети университета;

- выполнение необходимых предварительных расчётов и проверка их результатов на персональном компьютере;
- выполнение эксперимента на лабораторных стендах;
- моделирование на ПК;
- оформление отчёта;
- тестирование по теме лабораторной работы на ПК в системе «КОБРА».

Теоретический курс «Исследование рычажных механизмов» содержит четыре модуля, в каждом из которых выполняется 1–3 лабораторные работы. При изучении первого модуля выполняются две лабораторных работы: «Структурный анализ рычажных механизмов» на лабораторных стендах и «Структурирование (моделирование) схем механизмов на основе обобщённых модулей в системе VSE» на ПК.

Для структурного анализа предлагается многосвязный механизм (модель или планшет), например, модель рычажного механизма Морган (рис. 1).

Для заданного механизма в условных изображениях вычерчивается кинематическая схема механизма (рис. 1), нумеруются звенья, начиная с входных и заканчивая стойкой (её номер 0), определяется степень подвижности механизма, указывается класс механизма, записывается формула строения механизма. По классификации Асура-Артоболевского это механизм второго класса, состоящий из условного механизма I-го класса I-го типа, группы Асура II-го класса I-го вида и двух присое-

диненных к ней групп Асура II-го класса II-го вида. Измеряются длины звеньев, выбирается система координат (начало системы целесообразно совместить с т. А), определяются координаты неподвижных точек и положение неподвижных направляющих. Эти данные необходимы для выполнения второй лабораторной работы, которая выполняется в системе VSE, на основе обобщённых структурных модулей [3].

На стадии структурирования механизмов можно параметрически описать конструктивную форму звеньев путем введения параметров, определяющих положение характерных (дополнительных) точек и центра масс звена. Конструктивная форма звена определяется длиной звена  $l_i$ , положением его центра масс  $c_i$  и  $\mu_i$ , а также массой  $m_i$  и моментом инерции  $I_i$  [2].

Процедура моделирования схемы механизма в системе VSE начинается с ввода параметров звеньев обобщённых структурных модулей в соответствии со структурной схемой строения механизма и информацией, представленной на экране.

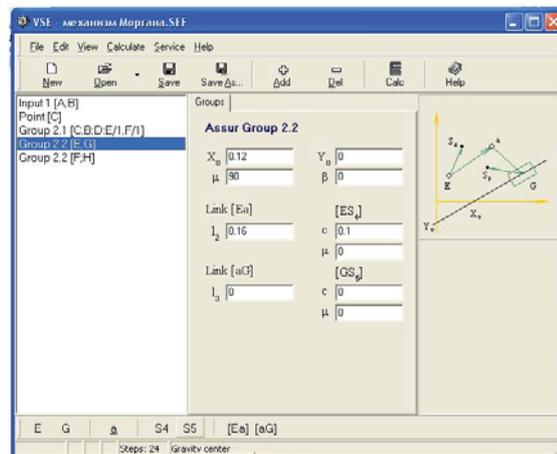
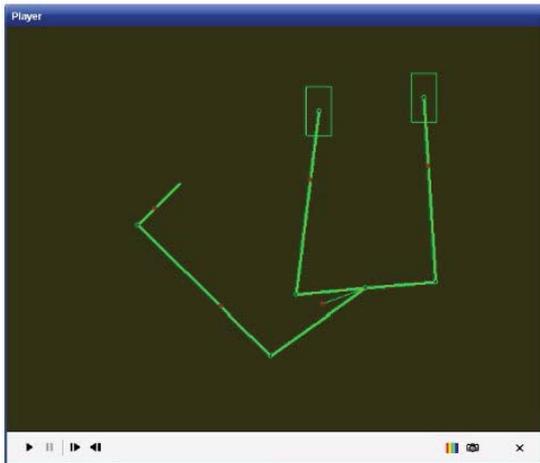


Рис. 2. Экран ввода параметров группы II<sub>2</sub> (4, 5)  
Fig. 2. Screen for entering parameters of group II<sub>2</sub> (4, 5)



**Рис. 3.** Экран визуализации схемы группы механизма Моргана I

**Fig. 3.** Screen of visualization of the scheme of the group of the Morgan I mechanism

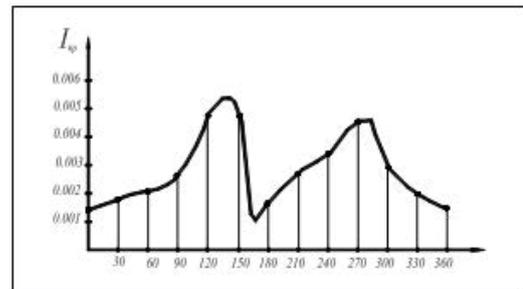
На рис. 2 показан экран ввода параметров для группы  $I_2(4,5)$ . После ввода всех параметров на экране появляется динамическое представление схемы механизма за период вращения кривошипа от 0 до 360 (рис. 3). Динамическое представление схемы реализуется даже в случае ошибок при вводе параметров, что позволяет оперативно корректировать введенные значения параметров. Последующие лабораторные работы можно продолжать выполнять на ПК для этого же механизма и параллельно для механизма, заданного для учебного проектирования.

В третьем модуле «Исследование динамики рычажных механизмов» выполняются шесть лабораторных работ, одна из которых «Определение приведённого момента инерции рычажных механизмов». Решение такой задачи необходимо для изучения указанных механизмов с позиций динамики и знакомства с экспериментальным методом определения. Данная работа выполняется на лабораторном стенде экспериментально для наиболее распространенных видов механизмов: кривошипно-ползунного, кривошипно-коромыслового (рис. 4) и кривошипно-кулисного. Студенты определяют приведенный момент инерции, строят график зависимости его от угла поворота кривошипа (рис. 5). После этого выполняется в системе DINAMIC моделирование технологического воздействия и определяются параметры для простейшей динамической модели в виде звена с распределенной массой, вращающейся вокруг неподвижной точки.



**Рис. 4.** Модель установки кривошипно-коромыслового механизма

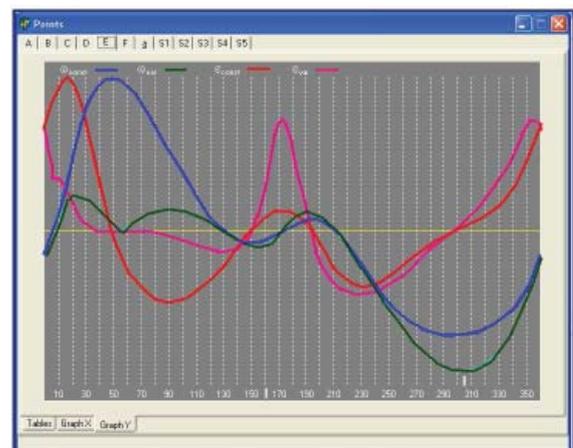
**Fig. 4.** Crank mechanism installation model



**Рис. 5.** График приведенного момента инерции (результат эксперимента)

**Fig. 5.** The graph of the reduced moment of inertia (the result of the experiment)

В системе DINAMIC решается уравнение движения, определяется истинный закон движения входного звена, коэффициент неравномерности движения  $\delta$ , который сравнивается с рекомендуемым и при необходимости конструируется маховик. Затем студенты получают сравнительные графики скоростей и ускорений для всех точек (рис. 6) или угловых скоростей и ускорений звеньев (рис. 7) при постоянной и переменной скорости кривошипа.



**Рис. 6.** Графики скорости и ускорения, т. е. при постоянной и переменной угловой скорости входного вала

**Fig. 6.** Graphs of speed and acceleration, i.e. at constant and variable angular velocity of the input shaft

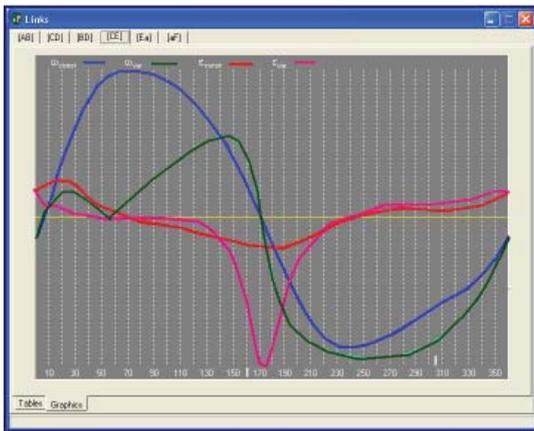


Рис. 7. Графики угловой скорости и ускорения звена CE при постоянной и переменной угловой скорости входного вала

Fig. 7. Graphs of angular velocity and acceleration of the CE link at constant and variable angular velocity of the input shaft

Определяются также координаты центра тяжести всего механизма, траектория его перемещения, неуравновешенные силы и моменты инерции, выполняется силовой расчет механизма при постоянной скорости входного вала и при переменной (рис. 8–9).

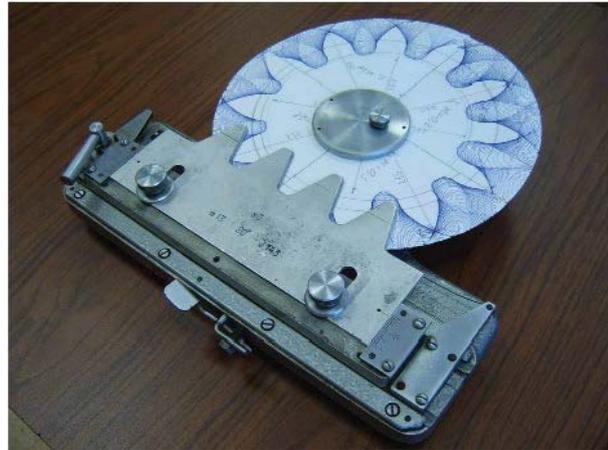


Рис. 10. Моделирование процесса нарезания зубчатых колес

Fig. 10. Simulation of the process of cutting gear wheels

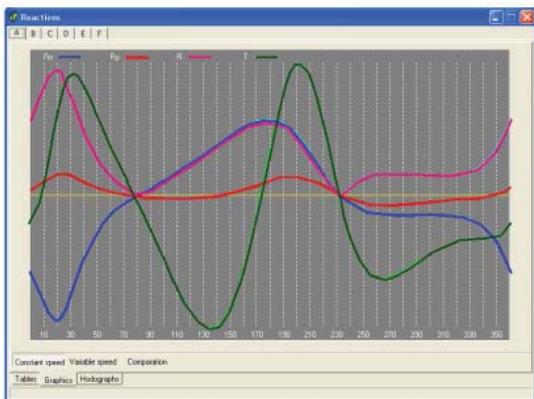


Рис. 8. Графики реакций в соединении между кривошипом и стойкой при  $\omega = \text{const}$  и при  $\omega = \text{var}$

Fig. 8. Graphs of reactions in the connection between the crank and the strut at  $\omega = \text{const}$  and at  $\omega = \text{var}$

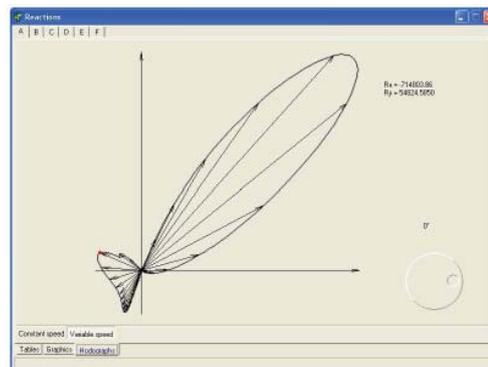
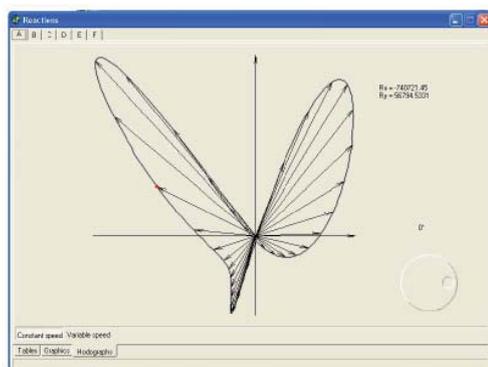
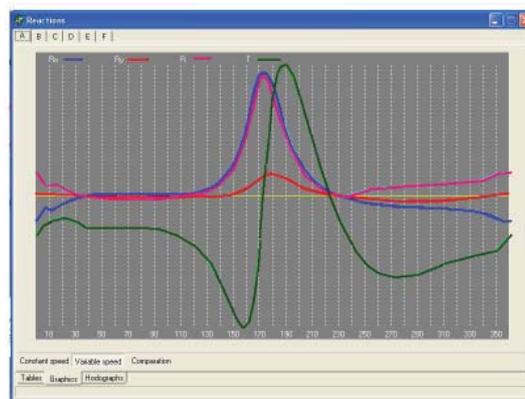


Рис. 9. Годографы реакций в соединении между кривошипом и стойкой при  $\omega = \text{const}$  и при  $\omega = \text{var}$

Fig. 9. Hodographs of reactions in the connection between the crank and the strut at  $\omega = \text{const}$  and at  $\omega = \text{var}$

Выполняется моделирование процесса нарезания четырёх колёс: нулевого (коэффициент смещения  $x_1 = 0$ ), двух положительных ( $x_2 = x_1 + x_{\min}$ ), ( $x_3 = x_1 + 0,2$ ) и отрицательно ( $x_4 = x_{\min} + 0,2$ ). По окончании работы делается вывод о влиянии смещения инструмента на подрез ножки, заострение вершин зубьев, сравнивается толщина зуба с шириной впадины на делительной окружности для различных колёс. Работа «Определение параметров цилиндрической прямозубой зубчатой передачи» выполняется на моделях. В этой работе необходимо определить типы зубчатых колёс, передачи, показатели качества передачи. «Анализ показателей качества зубчатой передачи» выполняется на ПК в системе GCG&FQ [2].

Делается расчёт для трёх вариантов: передачи, с которой работали в предыдущей работе: нулевой и выбранной по одному из условий рационального проектирования – минимальные габариты, наибольший коэффициент перекрытия, наименьшее скольжение на ножке шестерни.

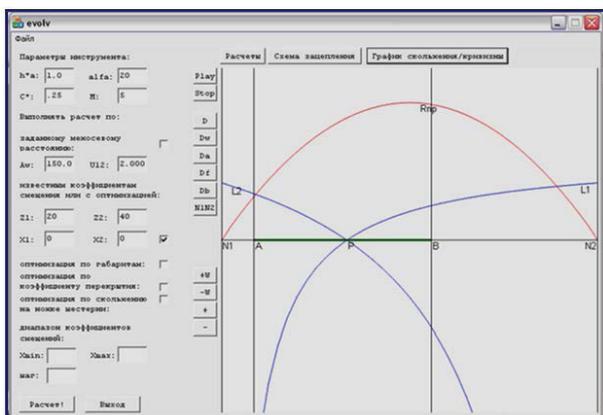


Рис. 11. Графики скольжения и приведённого радиуса кривизны

Fig. 11. Graphs of slip and reduced radius of curvature

Студенты получают результаты расчета в виде таблицы и графики показателей качества (рис. 11), анализируют их и делают выводы.

В таком же ключе выполняются работы: «Исследование кинематики передач» на моделях планетарных и дифференциальных механизмов, «Построение профиля кулачка» на лабораторных стендах, на ПК в системе АПМ Win Machine [2].

### Модульный принцип создания ЛКМК

Лабораторному оборудованию по инженерным обще профессиональным дисциплинам требуется полное обновление. Наиболее известные и продвинутые в области изготовления лабораторного оборудования Российские фирмы «Учтех-Профи» и «Зарница» представляют достаточно полный список нового оборудования.

Многие модели и стенды аналогичны прежним образцам в новом исполнении (рис. 12, а, б, 13, а). Однако появились и принципиально новые, в составе которых есть уже ноутбуки (рис. 12, в и 13, б), аналого-цифровые платы, т. е. возможен удалённый доступ. Следует, однако отметить, что модели стали заметно тяжелее и их стоимость очень высока. Например, комплект моделей «Структурный анализ механизмов и машин», состоящий из 14-ти моделей сложных механизмов стоит 1 337 650 руб., стенд «Нарезание эвольвентных зубьев методом обкатки» – 74 780 руб. (масса 8 кг), установка «Редуктор конический» – 402 820 руб. (Учтех-Профи), «Винтовая кинематическая пара» – 539 800 руб. Ситуация вынуждает идти по пути интеграции учебных дисциплин – созданию кафедр (департаментов) общепрофессиональных дисциплин и организации региональных лабораторий, оборудованных современными стендами с удалённым доступом.



Рис. 12. Примеры продукции фирмы «Зарница»: а – Модель кривошипно-шатунной передачи; б – Модель механизма возвратно-поступательного движения; в – Комплект «Винтовая кинематическая пара»

Fig. 12. Examples of Zarnitsa products: а – Model of crank gear; б – Model of the reciprocating motion mechanism; в – Set “Helical kinematic pair”



Рис. 13. Примеры продукции фирмы «Учтех-Профи»: а) Стенд «Нарезание эвольвентных зубьев методом обкатки»; б) Установка «Редуктор конический»

Fig. 13. Examples of products of the firm "Uchtech-Profi": a) Stand "Cutting involute teeth by the rolling method"; b) Installation "Bevel gearbox"

Особое внимание следует уделить демонстрационным моделям и установкам по курсу ТММ, раздел «Структура и моделирование схем механизмов». Целесообразно применить в них принцип «Лего», используя предложенные нами обобщённые структурные модули, подробно описанные в наших работах [1–4]. На рис. 14 приведены наиболее часто встречающиеся в различных машинах (4 из 10 предложенных нами).

Особенность обобщённых структурных модулей заключается в наличии дополнительных точек, к которым можно присоединять структурные модули в любой последовательности любое их количество (на рис. 15–18 приведены примеры). Такие модели должны быть на каждой кафедре, где изучаются курсы ТММ, Прикладная механика и другие. Это позволит расширить круг задач лабораторного практикума, добавив сборку механизма, а

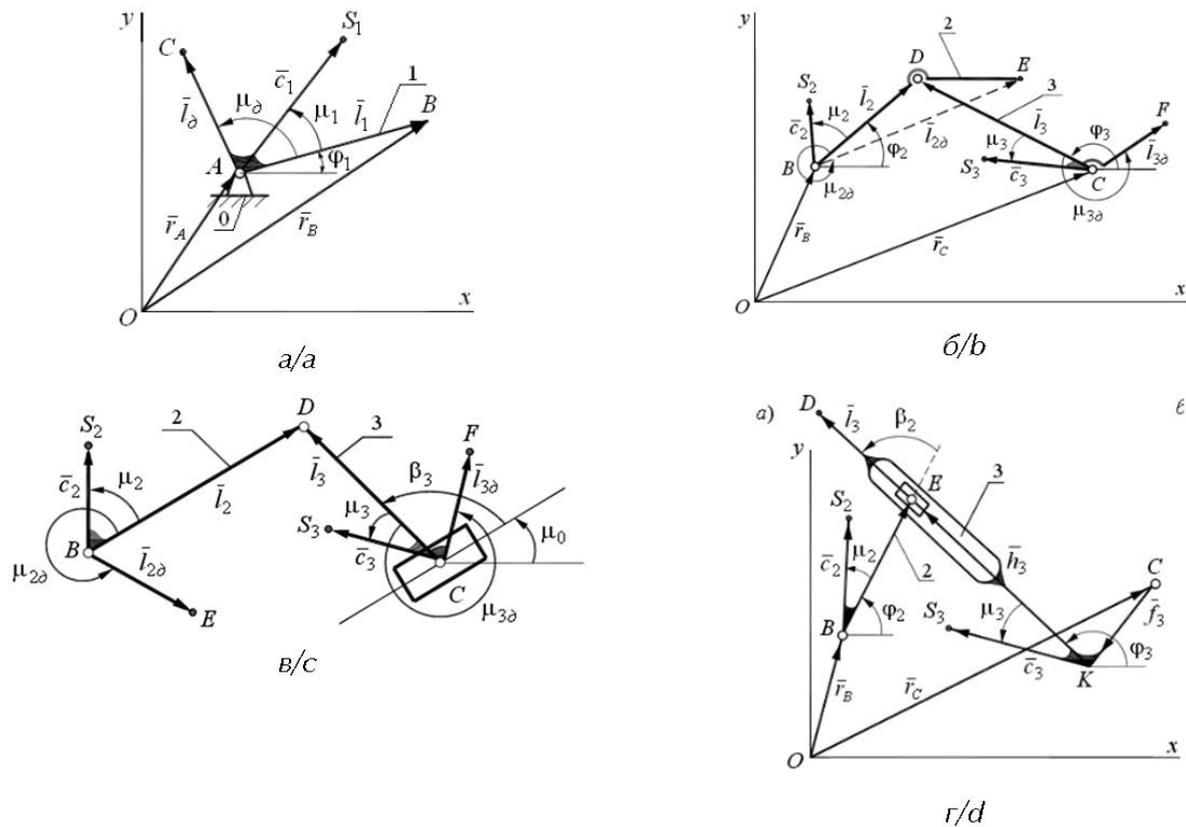
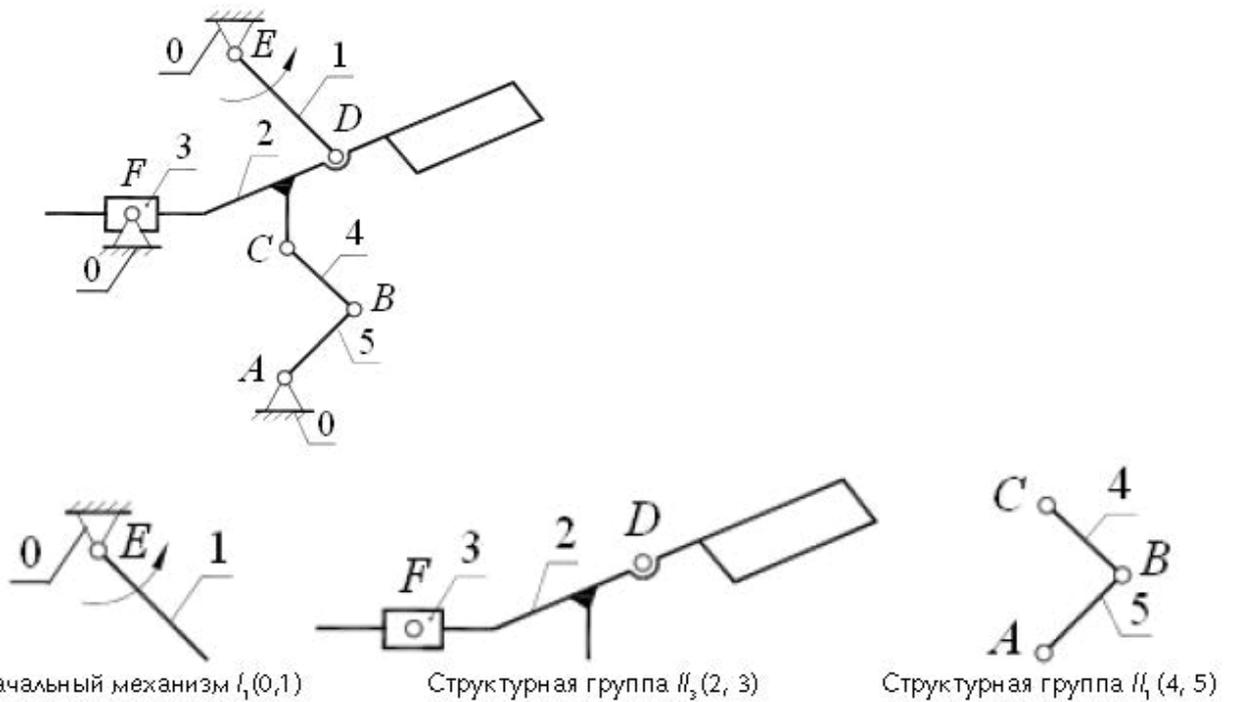


Рис. 14. Обобщённые структурные модули: а) модуль первого класса первого вида  $I_1(0,1)$ ; б) модуль второго класса первого вида  $II_1(2,3)$ ; в) модуль второго класса второго вида  $II_2(2,3)$ ; г) модуль второго класса третьего вида  $II_3(2,3)$

Fig. 14. Generalized structural modules: a) module of the first class of the first type  $I_1(0,1)$ ; b) module of the second class of the first type  $II_1(2,3)$ ; c) module of the second class of the second type  $II_2(2,3)$ ; d) module of the second class of the third type  $II_3(2,3)$



**Рис. 15.** Схема механизма второго класса  
**Fig. 15.** Scheme of the mechanism of the second class

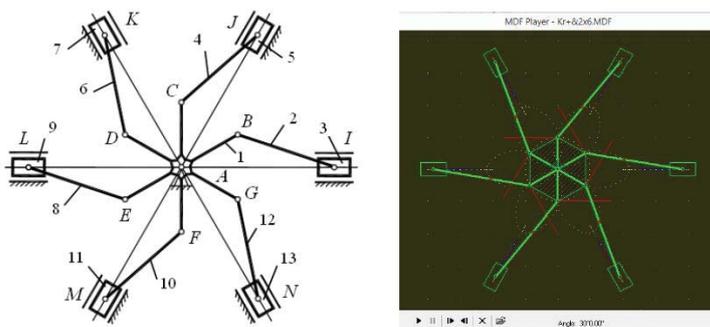
в удалённом доступе выполнить для них исследование кинематики и динамики в полном объёме не только на ПК, но и экспериментально.

Механизм (рис. 15) образован присоединением к начальному механизму  $I_1(0,1)$  двух структурных групп второго класса второго

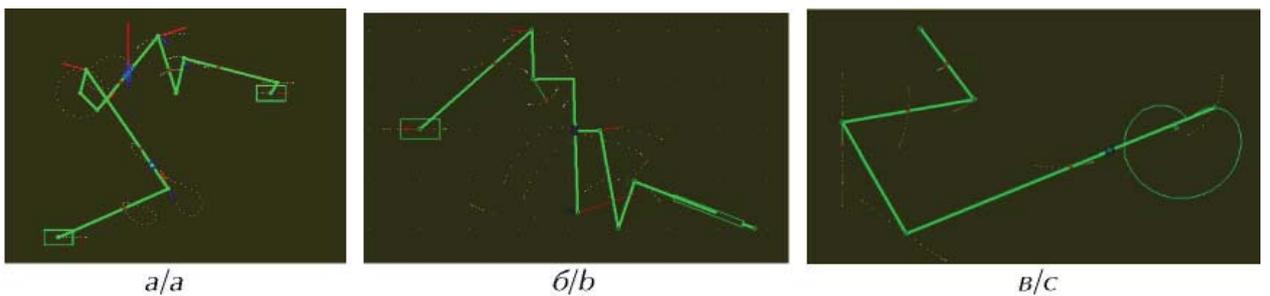
порядка: первого вида  $II_1(4,5)$ , и третьего вида  $II_3(2,3)$ .

В составе механизма двигателя входное звено  $I_1(0,1)$  и 6 структурных групп  $II_2$ .

На рис. 17, а представлен механизм с шестью структурными модулями: один первого класса первого типа и пять модулей вто-



**Рис. 16.** Схема шести цилиндрического двигателя и визуализация его схемы в системе VSE  
**Fig. 16.** Diagram of a six-cylinder engine and visualization of its diagram in the VSE sys



**Рис. 17.** Фантазии автора на тему моделирования схем механизмов в системе VSE  
**Fig. 17.** Fantasies of the author on the topic of modeling schemes of mechanisms in the VSE system

рого класса – два второго вида и по одному третьего и четвёртого видов, на рис. 17, б представлен механизм с пневмо- или гидроприводом. На рис 17, в представлена схема реального механизма высадки кирпичей, в котором входное звено кулачок. В таком варианте это механизм третьего класса. Однако, применив инверсию, можно сделать входным звеном ползун (механизм первого класса второго типа) задав ему необходимый закон движения. Это будет кулисный механизм с двумя структурными модулями второго класса: первого и третьего видов. Выходная точка кулисы опишет необходимый профиль кулачка.

### Проблемы разработки и изготовления АКМК

Производство такого оборудования вполне реально на уже существующих предприятиях, например, «Учтех-Профи», «Зарница», «Дидактические Системы» и другие. Теоретически вопрос проработан достаточно полно. Предполагаемые этапы разработки:

1. Разработка конструкций обобщённых структурных модулей по 3–4 каждого модуля (всего 10 модулей).
2. Изготовление модулей согласно п. 1 каждого вида до 10 вариантов (всего 30–40 шт.).
3. Разработка технологии сборки:
  - кривошипно-ползунных механизмов (до 10 вариантов);
  - шарнирные механизмы (до 10 вариантов);
  - кулисные механизмы (до 10 вариантов);
  - механизмы с группами  $II_4(2,3)$  и  $II_5(2,3)$  (до 10 вариантов);
  - механизмы с группами  $II_6$  (до 10 вариантов);
  - механизмы с входным звеном – ползун (до 5 вариантов);
  - механизмы с входным звеном – кулачок (до 5 вариантов);
  - механизмы с входным звеном – пневмо-гидропривод (до 5 вариантов).
4. Подготовка описания к п. 3.
5. Проведение испытаний по п. 3.
6. Подбор (заказ) или разработка и изготовление датчиков для определения:
  - скоростей и ускорений (линейных и угловых) основных точек и звеньев;
  - реакций в соединениях;
  - уравновешивающего момента;
  - сил и моментов сил инерции;
  - напряжения изгиба, напряжений сжатия и растяжения;
  - напряжения смятия;
  - напряжения среза;
  - напряжения кручения.
7. Подготовка описания к п. 6.
8. Проведение испытаний по п. 6.
9. Оформление патентов по мере готовности изделий.
10. Создание учебной лаборатории для проведения лабораторных работ по инженерным дисциплинам: теоретическая механика, сопротивление материалов, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, по многим специальным дисциплинам, в которых изучается технологическое оборудование.
11. Реализация удалённого доступа для выполнения комплекса лабораторных работ при дистанционной форме обучения.

Задача сложная, но выполнимая и крайне необходимая. Проблемы, к сожалению, часто возникают из-за непонимания высшего руководства, начиная от кафедры, города, региона до министерства. Они не способны (или не хотят) реально объединить науку и производство, особенно, если авторы идей и производители находятся географически далеко друг от друга (Владивосток и Москва), а президенту на всё не хватает времени.

### Заключение

Лабораторный практикум с компьютерной поддержкой выполняется во время аудиторных занятий, в часы самостоятельной работы, в рамках НИРС. Студенты выполняют работы группами по два человека. Выполнение лабораторного практикума с компьютерной поддержкой позволяет научить будущих специалистов грамотному применению современных средств исследования и рационального проектирования механизмов. Однако парк экспериментальных установок для проведения лабораторных работ по курсу ТММ устарел и физически и морально. Опыт выполнения лабораторных работ с компьютерной поддержкой привёл к выводу о необходимости создания принципиально новых лабораторных установок с современными средствами эксперимента, обработки его результатов, с возможностью удалённого доступа для обучения по дистанционным технологиям. Это требует значительных финансовых вложений и кооперирования интеллектуальных ресурсов на уровне региона, страны, а возможно и нескольких государств. Мы готовы к сотрудничеству.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Роншина Е.С. IT-технологии в образовании. 40 лет пути (Опыт работы МГУ им. адм. Г. И. Невельского, Дальрыбвтуза, ДВФУ) //Сборник статей и докладов. – Palmarium 2020. – 493 с.
2. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Роншина Е.С. Теория механизмов и машин. Часть II. Лабораторный практикум и учебное проектирование с применением САПР – Palmarium, 2019. – 472 с.
3. Кузлякина В.В., Нагаева М.В. Теория механизмов и машин. Часть I. Современные технологии в классической науке: учебник – Palmarium, 2018. – 472 с.
4. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Ермолаева Л.А. IT-технологии в инженерном проектировании // Сборник статей и докладов. – Palmarium 2020. – 373 с.

Дата поступления 20.10.2020

UDC 004.4; 621.01

## INTEGRAL LABORATORY COMPUTERS – MECHANICAL COMPLEXES OF THE FUTURE

**Valentina V. Kuzlyakina,**

Dr. Sc., Professor, KuzlyakinaVV@mail.ru

17, Rybatskaya str., Vladivostok, 690054, Russia.

The article deals with the problem of providing engineering education with modern laboratory equipment. Comprehensive digitalization has been proclaimed in the twenty-first century. Significant progress has been achieved in many educational areas, except engineering. Particularly difficult problems in the creation of laboratory complexes.

**Key words:** computer technologies, laboratory complexes, sensors, remote access.

## REFERENCES

1. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ronshina E.S. IT-tehnologii v obrazovanii. 40 let puti (Opyt raboty MGU im. adm. G.I. Nevelskogo, Dalrybvtuza, DVFU) [IT technologies in education. 40 years of journey (Experience of Moscow State University named after Adm. G.I. Nevelskoy, Dalrybvtuz, Far Eastern Federal University)]. *Sbornik statey i dokladov*. Palmarium, 2020. 493 p.
2. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ronshina E.S. *Teoriya mekhanizmov i mashin. Chast' II. Laboratornyy praktikum i uchebnoye proyektirovaniye s primeneniyyem SAPR* [The theory of mechanisms and machines. Part II. Laboratory workshop and educational design using CAD]. Palmarium, 2019. 472 p.
3. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V. *Teoriya mekhanizmov i mashin. Chast I. Sovremennyye tekhnologii v klassicheskoy nauke* [The theory of mechanisms and machines. Part I. Modern technologies in classical science]. Palmarium, 2018. 472 p.
4. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ermolayeva L.A. IT-tehnologii v inzhenernom proyektirovaniyu [IT-technologies in engineering design]. *Sbornik statey i dokladov*. Palmarium, 2020. 373 p.

Received: 20.10.2020

УДК 378.016

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОБУЧЕНИЯ С БАЗОВОЙ ОНЛАЙН ДИСЦИПЛИНОЙ И СИСТЕМОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

**Селиванов Александр Сергеевич,**

кандидат технических наук, доцент,  
заместитель ректора – директор института машиностроения,  
selivas@inbox.ru

**Шенбергер Полина Николаевна,**

кандидат технических наук, доцент кафедры «Сварка, обработка  
материалов давлением и родственные процессы»,  
Shenberger@tltsu.ru

Тольяттинский государственный университет,  
Россия, 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 16В.

В статье рассматривается деятельность инженера в условиях перехода от решения отдельных профессиональных задач к управлению проектами в изменяющихся производственных и экономических условиях. Отмечено, что новые условия решения производственных задач требуют от выпускников высших учебных заведений способности к системному техническому мышлению, позволяющему видеть проблему с разных сторон с учетом различных взаимосвязей между ее составляющими. Показано, что способность к системному техническому мышлению должна формироваться в соответствии с проблематикой, сложностью и содержанием реальных производственных задач. Предложено формировать программу обучения на основе базовой дисциплины и множества междисциплинарных взаимосвязей. Тематический состав базовой дисциплины определяется реальными и актуальными проблемами, решаемыми на передовых отраслевых площадках. Учебный процесс реализуется при непосредственной стыковке модулей дисциплин программы к модулям базового курса. В качестве формы представления знаний по базовой дисциплине предлагается использовать цифровую виртуальную платформу создания продукта или реализации технического проекта на всех этапах его жизненного цикла. Разработана и внедрена в учебный процесс образовательная программа подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» по профилю «Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения» на основе базовой онлайн дисциплины и междисциплинарных взаимосвязей. Контент базовой онлайн дисциплины «Цифровые технологии производственных процессов» опубликован на английском языке на сайте международной образовательной онлайн-платформы Udemy (Udemy.com) и размещен на русском языке на отечественной образовательной онлайн-платформе Stepik (Stepik.org) с возможностью прохождения данного онлайн курса зарегистрированными на платформе слушателями.

**Ключевые слова:** системное техническое мышление, программа обучения, цифровая виртуальная платформа, базовая дисциплина, онлайн курсы.

### Введение

Современная деятельность инженера претерпевает существенные изменения с характерным переходом от решения специалистом отдельных профессиональных задач к преодолению актуальных проблем и управлению проектами [1]. Трансформация деятельности инженера требует от него способности действовать в часто изменяющихся производственных и экономических условиях и новых обстоятельствах, переопределять задачи и цели в зависимости от поступающей переменной информации, мыслить категориями процесса, корректировать план работы с необходимостью выбора из нескольких альтернативных вариантов [2].

В современных условиях в успешность выполнения проектных задач закладывается

способность инженера к системному мышлению, позволяющему анализировать проблему с разных сторон, учитывая множество взаимосвязей между всеми частями рабочего процесса, а также объединять отдельные составляющие процесса для выполнения поставленных задач [3].

### О программе обучения

Новые формы профессиональной деятельности инженера предъявляют к выпускникам высших учебных заведений обновленные требования, приоритетным из которых является способность к системному инженерному мышлению [4], с тем, чтобы оптимально использовать базу общенаучных и специально-профессиональных знаний в области машиностроения, технологии и конструирования

ния машин [5]. Таким образом, возникающий ключевой вопрос подготовки востребованных специалистов заключается не в том, насколько хорошо и успешно обучающийся усвоил систему знаний и каков их объем, а на сколько процесс обучения позволяет сформировать у студента способность мыслить, вырабатывать свое собственное знание, вести плодотворную научно-исследовательскую деятельность, выстраивать свою собственную траекторию в профессиональной деятельности [6].

Современные условия требуют от выпускников высших учебных заведений с одной стороны углубленных фундаментальных знаний, а с другой практических навыков реализации реальных проектов, в том числе выполняемых в период освоения образовательной программы [7]. В связи с этой потребностью формирование содержания программы подготовки должно выполняться в соответствии с проблематикой, сложностью и содержанием реальных производственных задач. Разработка программы обучения должна обеспечивать обучающимся опыт вхождения в реальные производственные условия, реальные технические ситуации и социальные отношения. При этом междисциплинарной деятельности инженера в сфере современного производства характерен широкопрофильный характер, при котором специалист на практике использует разносторонние научные знания [8].

Таким образом, программа обучения должна развивать у обучающегося системное техническое мышление, отвечающее реальным производственным практикам, с применением актуальных профессиональных знаний, ориентированных на будущее. Программа об-

учения должна стать динамически управляемой с гибкой системой регулирования под изменяющиеся производственные условия, что представляется возможным за счет определения базовой дисциплины и формирования междисциплинарных взаимосвязей на основе анализа актуальных производственных задач.

### Базовая дисциплина программы обучения

Тематический состав базовой дисциплины определяется реальными и актуальными проблемами, решаемыми на передовых отраслевых площадках (рис. 1). Выбор дисциплины в качестве базовой должен быть обусловлен тем, что данный предмет занимает одно из важнейших мест в системе профессиональных инженерных знаний.

Широкое внедрение цифровых технологий предполагает не только внедрение разумных и связанных между собой машин и систем, но и перспективных изменений в контексте трансформации запросов к квалификации выпускников образовательных программ в части работы с новыми цифровыми инструментами [9–12]. В этой связи предлагается в качестве формы представления знаний по базовой дисциплине использовать цифровую виртуальную платформу создания продукта или реализации технического проекта на всех этапах его жизненного цикла. Базовый курс представляется в виде цифрового виртуального участка/цеха/производства с возможностью его конфигурирования из библиотеки 3D-моделей. Обучающиеся в процессе освоения курса «погружаются» в цифровую производственную среду и на примере уже имеющегося сконфигурированного производ-

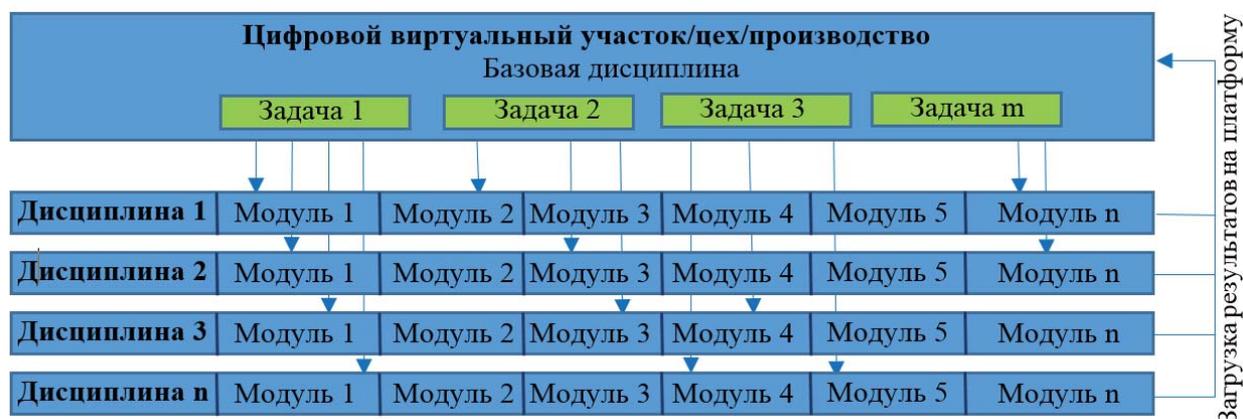


Рис. 1. Схема процесса обучения на основе базовой дисциплины

Fig. 1. Scheme of the learning process based on the basic discipline

ственного пространства имеют возможность реализовывать собственный сквозной проект в цифровом виде, получая необходимые более углубленные знания из других дисциплин образовательной программы. Цифровой двойник реальной производственной площадки обеспечивает условия гибкой системы настройки под изменяющиеся производственные условия с возможностью обновления, дополнения и перестройки цифровой копии.

### **Формирование междисциплинарных связей**

С целью сближения научных знаний в решении производственных задач предлагается выполнить устранение междисциплинарной разобщенности за счет формирования единой взаимосвязи между тематикой базовой дисциплины с другими дисциплинами (модулями) программы обучения. Такой подход к обучению позволит сформировать целостные и системные знания у обучающихся. Использование межпредметных связей на основе ведущей дисциплины позволяет соединить учебные предметы в неразрывную цепь с устранением возможной дифференциации знаний [13].

Формирование подхода обучения на основе базовой дисциплины курса демонстрирует комплексность обучения, при которой осуществляется концентрация знаний и практических навыков вокруг общей производственной задачи, что фактически упраздняет изучение материала по предметам. Обучение ориентируется не на искусственные связи, а на те, что существуют в реальных производственных процессах. Преимуществами такого системного подхода к обучению служит взаимное использование знаний, устранение дублирования материала, формирование целостной системы взглядов [14]. Создаются основы для разработки сквозных междисциплинарных проектов [15, 16].

При изменении проблематики производственных задач, осуществляется обновление тематики базовой дисциплины и ее цифровой копии, что влечет за собой трансформацию, подбор или обновление модулей теоретической и практической частей дисциплин на основе междисциплинарных связей. Такой способ конфигурирования программы обучения с гибкой системой регулирования позволяет сделать ее динамически управляемой и актуальной для производственных условий.

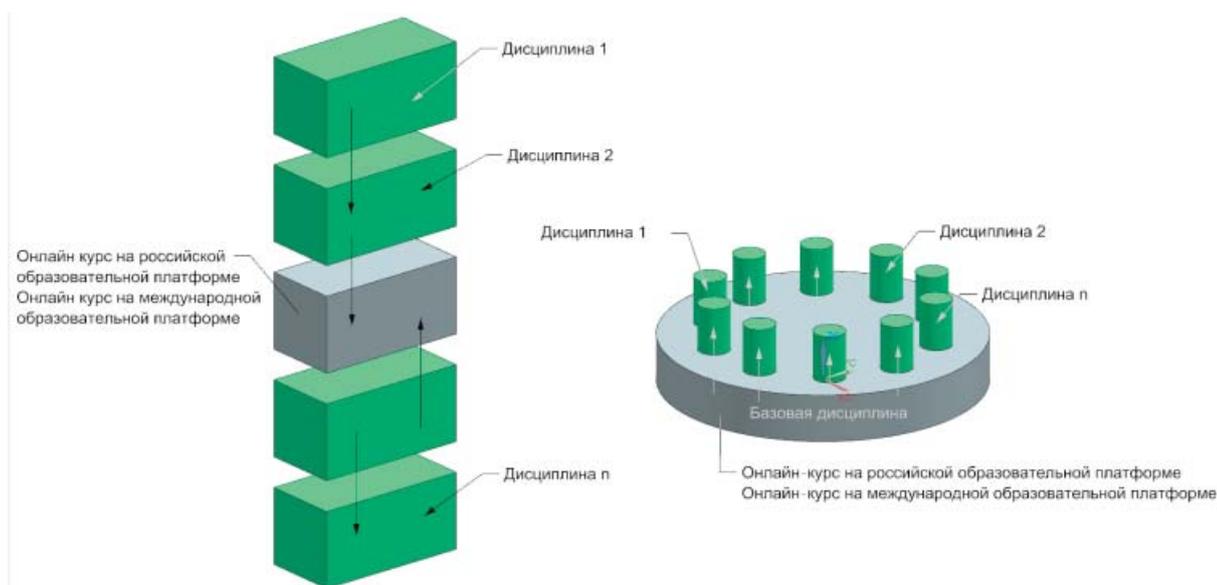
### **Практика разработки образовательной программы**

Тольяттинский государственный университет имеет практику разработки такой образовательной программы подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Целью образовательной программы по профилю «Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения» является: обеспечение комплексной и качественной подготовки высококвалифицированных, глобально конкурентоспособных инженерных кадров, обладающих компетенциями в решении задач в производственно-технологической, научно-исследовательской деятельности на основе приобретенных знаний и умений применения современных инновационных, в том числе цифровых, технологий в научно-практической деятельности по созданию востребованной на отечественном и мировом рынках продукции машиностроения.

При традиционном подходе в разработке образовательных программ наблюдается дифференциация образовательных дисциплин, то есть образовательная программа представляется набором дисциплин, практик, последовательно изучаемых в различных семестрах (рис. 2). При этом, каждая отдельная дисциплина или комплекс дисциплин могут на достаточно качественном уровне формировать те или иные профессиональные компетенции у обучающихся. Однако, в условиях интеграции проектной деятельности в учебный процесс нарушается целостность представления знаний в логике жизненного цикла реализации проекта или создания инновационного продукта.

В основу разработанной образовательной программы заложена концептуальная идея, заключающаяся в том, что образовательный процесс выстраивается в логике жизненного цикла создания инновационного продукта. При этом, ключевой (базовой) дисциплиной становится онлайн-курс «Цифровые технологии производственных процессов», представленный как цифровая виртуальная платформа создания продукта или реализации технического проекта на всех этапах его жизненного цикла.

Учебный процесс реализуется при непосредственной привязке модулей дисциплин программы к модулям базового курса. Сту-



**Рис. 2.** Концепт-идея образовательной программы  
**Fig. 2.** Concept idea of the educational program

дент в процессе обучения реализует свой проект, который может выполняться в рамках целевого обучения по заказу предприятия или в рамках реализации сетевой формы с другой образовательной организацией, либо проект может выполняться студентом с последующим его развитием до уровня стартапа.

Взаимное изучение теоретических материалов и навыков выполнения практических работ по темам, связанных между собой в курсе «Цифровые технологии производственных процессов» с различными модулями технических дисциплин образовательной программы, позволяет обеспечить не только более углубленную фундаментальную теоретическую подготовку, но и сформировать целостное восприятие сложных вопросов в области производственных технологий. Освоение образовательной программы выстраивается в соответствии с этапами жизненного цикла создания продукта или реализации технического проекта.

Применение системного подхода к процессу обучения на основе базовой дисциплины курса демонстрирует комплексность обучения, при которой осуществляется концентрация комплекса знаний вокруг общей идеи (задачи, проблемы), что фактически упраздняет изучение материала по предметам. Установление межпредметных связей является выражением интеграционных процессов, происходящих сегодня в сфере цифровизации производственных процессов [17, 18]. Эти связи играют важ-

ную роль в повышении качества практической и научно-теоретической подготовки учащихся. Существенной особенностью такой подготовки является развитие способностей у обучающихся к системному мышлению, учитывая множество взаимосвязей между всеми частями рабочего процесса [19].

### Онлайн курс

Базовый онлайн-курс направлен на формирование комплексной системы понятий в области цифровых производственных технологий в машиностроении, формировании единого информационного пространства, оцифровки производственных процессов, разработки цифровых двойников, удаленном мониторинге производственных процессов, использовании технологии машинного обучения и анализа больших данных, цифровом управлении эффективностью производства.

В концепцию реализации базового онлайн курса заложено решение, основанное на интернет-технологиях. Система управления позволяет отслеживать и записывать ход обучения по каждому обучающемуся, обеспечивая поддержку на всех этапах обучения.

Контент онлайн курса на английском языке «Digital Technologies in production process» опубликован на сайте международной образовательной онлайн-платформы Udemy (Udemy.com) [20] (рис. 3). Выбор платформы Udemy был сделан на основе многофакторной оценки 44 международных массовых



Рис. 3. Опубликованный курс «Digital Technologies in production process» на платформе Udeemy  
 Fig. 3. Published course “Digital Technologies in production process” on the Udeemy platform

онлайн платформ по таким критериям, как число открытых онлайн топ-курсов, языковое ограничение, выдача сертификатов, наличие курсов с высоким уровнем востребованности среди обучающихся в зарубежных и отечественных высших учебных заведениях, число топ-курсов по предметной направленности (computer science).

Онлайн курс на русском языке (рис. 4) размещен на отечественной образовательной онлайн-платформе Stepik (Stepik.org) с возможностью прохождения данного онлайн курса зарегистрированными на платформе слушателями. Выбор платформы Stepik был осуществлен из группы онлайн площадок, интегрированных с государственной информационной системой «Современная цифровая образовательная среда», с точки зрения посещаемости сайтов, по уровню сайтов в мировом рейтинге, на основе результатов сравнительной оценки трафика сайта по странам.

Материалы электронной библиотеки курса, содержат информацию о рабочих про-

цессах, процедурах и знаниях, относящимся к актуальным потребностям конкурентного предприятия.

Интерфейс онлайн платформ (Udeemy, Stepik) прост и удобен в использовании: для работы с ним достаточно стандартного интернет-браузера. Обучающимся предоставляется доступ к обширной библиотеке электронных мастер-моделей деталей, узлов и оборудования (рис. 5), загрузка которых необходима для выполнения практической части курса и повышения эффективности процесса обучения.

По итогам изучения материалов курса обучающийся загружает на платформу электронный проект с выполненными заданиями и переходит к проверке и подтверждению полученных знаний путем прохождения тестирования и оценке достигнутых результатов. Функции самоконтроля знаний позволяют оценить степень восприятия материала, а также выявить возможные вопросы, связанные с областью знаний и индивидуальными потребностями.

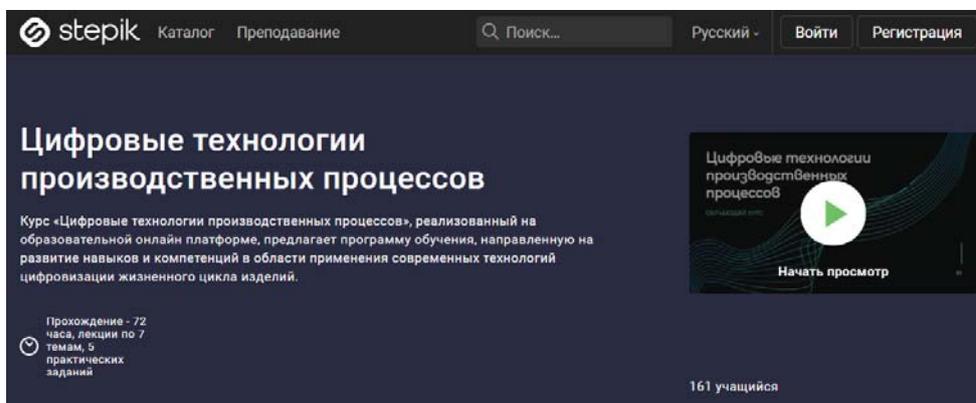


Рис. 4. Интерфейс стартовой страницы курса «Цифровые технологии производственных процессов» на онлайн платформе Stepik

Fig. 4. The interface of the start page of the course “Digital Technologies in production process” on the online platform Stepik



Рис. 5. Интерфейс страницы практикума курса на онлайн платформе Stepik

Fig. 5. The interface of the course workshop page on the Stepik online platform

### Заключение

1. Современные формы профессиональной деятельности инженера определяют способность к системного технического мышлению в качестве приоритетного требования к выпускникам высших учебных заведений для их дальнейшей успешной и эффективной профессиональной деятельности.
2. Показано, что способность к системному техническому мышлению должна формироваться на основе реальных и востребованных производственных практик в часто изменяющихся производственных и

экономических условиях и новых обстоятельствах.

3. Предлагается выполнять разработку программ обучения на основе динамически управляемой системы регулирования, включающей в себя базовую дисциплину и множество междисциплинарных взаимосвязей.
4. В качестве модели представления знаний базовой дисциплины предлагается использовать цифровую виртуальную платформу создания продукта или реализации технического проекта на всех этапах его жизненного цикла.
5. Разработана и внедрена в учебный процесс образовательная программа подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» по профилю «Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения» на основе базовой онлайн дисциплины и междисциплинарных взаимосвязей.
6. Контент базовой онлайн дисциплины «Цифровые технологии производственных процессов» опубликован на английском языке на сайте международной образовательной онлайн-платформы Udemu (Udemu.com) и размещен на русском языке на отечественной образовательной онлайн-платформе Stepik (Stepik.org) с возможностью прохождения данного онлайн курса зарегистрированными на платформе слушателями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шарфутдинова Р.И., Галимзянова И.И. Профессиональная деятельность современного инженера // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 6. – С. 255–257.
2. Азимбаева Ж.А. Характерные черты профессиональной деятельности современного инженера // Проблемы современного педагогического образования. – 2018. – № 58-4. – С. 7–10.
3. Chekmenyova T.G., Pribytkov A.A. Social status and professional subculture of engineering and technical specialists in the modern Russian society: problems and prospects // Bulletin Social-Economic and Humanitarian Research. – 2019. – № 2 (4). – P. 95–109.
4. Шаршов И.А., Кузякина А.С. Сушность системно-логического мышления в условиях профильного обучения // Вестник ТГУ. – 2018. – № 4 (174). – С. 35–41.
5. Панов А.В., Федорова М. А. Формирование системного мышления // ОНВ. – 2014. № 4 (131). – С. 162–165.
6. Лобок А.М. Школа нового поколения // Эксперимент и инновации в школе. – 2010. № 6. – С. 2–11.
7. Panchenko O.I. The explication of professional thinking of the future mechanical engineers // European journal of education and applied psychology. – 2015. – № 4. – P. 10–17.
8. Ульянова О.В. Междисциплинарность как основополагающий принцип формирования профессиональной компетентности студентов технических вузов // Профессиональное образование в России и за рубежом. – 2012. – № 8. – С. 65–68.
9. Козлова Н.Ш. Цифровые технологии в образовании // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2019. – № 1. – С. 83–91.

10. Ахметжанова Г.В., Юрьев А.В. Цифровые технологии в образовании // БГЖ. – 2018. – № 3 (24). – С. 334–336.
11. Петрова Н.П., Бондарева Г.А. Цифровизация и цифровые технологии в образовании // МНКО. – 2019. – № 5 (78). – С. 353–355.
12. Shutikova M., Beshenkov S. Modern digital educational environment and media education – platforms for transforming education system // Медиаобразование. – 2020. № 4. – С. 736–744.
13. Кутузова Г.И. Принцип междисциплинарных связей в содержании высшего технического образования // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2004. – № 3. – С. 123–125.
14. Прангишвили И.В. Системный подход, системное мышление и энтропизация фундаментальных знаний // Проблемы управления. – 2003. – № 1. – С. 62–65.
15. Буряк В.В. Цифровая экономика: прорывные технологии в образовании // Инновационная наука. – 2018. – № 7–8. – С. 55–59.
16. Laurillard D. Digital technologies and their role in achieving our ambitions for education. – London: Institute of Education, University of London, 2008. – 39 p.
17. Makarova E.A., Makarova E.L. Blending Pedagogy and digital technology to transform educational environment // IJCRSEE. – 2018. – № 2. – С. 57–66.
18. Howard S.K., Mozejko A. Considering the history of digital technologies in education. // In M. Henderson, G. Romero (Eds.). Teaching and Digital Technologies: Big Issues and Critical Questions. Port Melbourne, Australia: Cambridge University Press, 2015, pp. 157–168. URL: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2830&context=sspapers> (дата обращения: 11.10 2020)
19. Salavati S. Use of digital technologies in education: The complexity of teachers' everyday practice. – Kalmar: Linnaeus University Press, 2016. – 359 с.
20. Cetina I., Goldbach D., Manea N. Udemu: a case study in online education and training // Revista Economică. – 2018. – Т. 70. – №. 3. – P. 46–54.

Дата поступления: 08.11.2020.

UDC 378.016

## DEVELOPMENT OF A TRAINING PROGRAM WITH A BASIC ONLINE DISCIPLINE AND A SYSTEM OF INTERDISCIPLINARY RELATIONSHIP

**Alexander S. Selivanov,**

Cand. Sc., Associate Professor,

Deputy Rector – Director Institute of Mechanical Engineering,

selivas@inbox.ru

**Polina N. Shenberger,**

Cand. Sc., Associate Professor of the Department of welding,

forming and related processes,

Shenberger@tltso.ru

Togliatti State University,

16B, Belorusskaya str., Tolyatti, 445020, Russia.

The article examines the activities of an engineer in the context of the transition from solving individual professional problems to project management in changing production and economic conditions. It is noted that the new conditions for solving production problems require graduates of higher educational institutions to have the ability to systemic technical thinking, which allows them to see the problem from different sides, taking into account the various interrelationships between its components. It is shown that the ability for systemic technical thinking should be formed in accordance with the problems, complexity and content of real production tasks. It is proposed to form a training program based on the basic discipline and a variety of interdisciplinary relationships. The thematic composition of the basic discipline is determined by real and urgent problems that are solved at the leading industry platforms. The educational process is realized with the direct connection of the modules of the disciplines of the program to the modules of the basic course. As a form of knowledge representation in the basic discipline, it is proposed to use a digital virtual platform for creating a product or implementing a technical project at all stages of its life cycle. An educational program for the preparation of masters in the direction of 15.04.05 "Design and technological support of machine-building industries" in the profile "Digital processes and systems of automated mechanical engineering" based on the basic online discipline and interdisciplinary relationships has been developed and introduced into the educational process. The content of the basic online discipline "Digital technologies of production processes" is published in English on the website of the international educational online platform Udemy (Udemy.com) and posted in Russian on the domestic educational online platform Stepik (Stepik.org) with the possibility of taking this online course listeners registered on the platform.

**Key words:** systems technical thinking, curriculum, digital virtual platform, basic discipline, online courses.

### REFERENCES

1. Sharafutdinova R.I., Galimzyanova I.I. Professionalnaya deyatelnost sovremennogo inzhenera [Professional activity of a modern engineer]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2012, no. 6, pp. 255–257.
2. Azimbaeva Zh.A. Kharakternyye cherty professionalnoy deyatelnosti sovremennogo inzhenera [Characteristic features of the professional activity of a modern engineer]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*. 2018, no. 58-4, pp. 7–10.
3. Chekmenyova T.G., Pribytkov A.A. Social status and professional subculture of engineering and technical specialists in the modern Russian society: problems and prospects. *Bulletin Social-Economic and Humanitarian Research*. 2019, no. 2 (4), pp. 95–109.
4. Sharshov I.A., Kuzyakina A.S. Sushchnost sistemno-logicheskogo myshleniya v usloviyakh profilnogo obucheniya [The essence of system-logical thinking in the context of specialized training]. *Vestnik TGU*. 2018, no. 4 (174), pp. 35–41.
5. Panov A.V., Fedorova M.A. Formirovaniye sistemnogo myshleniya [Formation of systems thinking]. *ONV*. 2014, no. 4 (131), pp. 162–165.
6. Loboc A.M. Shkola novogo pokoleniya [School of the New Generation]. *Eksperiment i innovatsii v shkole*. 2010, no. 6, pp. 2–11.
7. Panchenko O.I. The explication of professional thinking of the future mechanical engineers. *European journal of education and applied psychology*. 2015, no. 4, pp. 10–17.
8. Ulyanova O.V. Mezhdistsiplinarnost kak osnovopolagayushchiy printsip formirovaniya professionalnoy kompetentnosti studentov tekhnicheskikh vuzov [Interdisciplinarity as a fundamental principle of the formation of professional competence of students of technical universities]. *Professionalnoye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom*. 2012, no. 8, pp. 65–68.

9. Kozlova N.Sh. Tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii [Digital technologies in education]. *Vestnik Maykopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2019, no. 1, pp. 83–91.
10. Akhmetzhanova G.V., Yuriev A.V. Tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii [Digital technologies in education]. *BGZh*. 2018, no. 3 (24), pp. 334–336.
11. Petrova N.P., Bondareva G.A. Tsifrovizatsiya i tsifrovyye tekhnologii v obrazovanii [Digitalization and digital technologies in education]. *MNCO*. 2019, no. 5 (78), pp. 353–355.
12. Shutikova M., Beshenkov S. Modern digital educational environment and media education – platforms for transforming education system. *Media Education (Media obrazovaniye)*. 2020, no. 4, pp. 736–744.
13. Kutuzova G.I. Printsip mezhdistsiplinarnykh svyazey v sodержanii vysshego tekhnicheskogo obrazovaniya [The principle of interdisciplinary relations in the content of higher technical education]. *Izvestiya vuzov. Severo-Kavkazskiy region. Seriya: Tekhnicheskkiye nauki*. 2004, no. 3, pp. 123–125.
14. Prangishvili I.V. Sistemnyy podkhod, sistemnoye myshleniye i entropizatsiya fundamentalnykh znaniy [Systems approach, systems thinking and entropization of fundamental knowledge]. *Problemy upravleniya*. 2003, no. 1, pp. 62–65.
15. Buriak V.V. Tsifrovaya ekonomika: proryvnyye tekhnologii v obrazovanii [Digital Economy: Breakthrough Technologies in Education]. *Innovatsionnaya nauka*. 2018, no. 7–8, pp. 55–59.
16. Laurillard D. *Digital technologies and their role in achieving our ambitions for education*. London: Institute of Education, University of London, 2008. 39 p.
17. Makarova E.A., Makarova E.L. Blending Pedagogy and digital technology to transform educational environment. *IJCRSEE*. 2018, no. 2, pp. 57–66.
18. Howard S.K., Mozejko A. Considering the history of digital technologies in education. In M. Henderson, G. Romero (Eds.), *Teaching and Digital Technologies: Big Issues and Critical Questions*. Port Melbourne, Australia: Cambridge University Press, 2015, pp. 157–168. Available at: <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=2830&context=sspapers> (accessed: 11.10 2020)
19. Salavati S. *Use of digital technologies in education: The complexity of teachers' everyday practice*. Kalmar: Linnaeus University Press, 2016. 359 p.
20. Cetina I., Goldbach D., Manea N. Udeemy: a case study in online education and training. *Revista Economică*. 2018, vol. 70, no. 3, pp. 46–54.

Received: 08.11.2020.

УДК 378.147.34

## МЕТОДИКА АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ПО КРИТЕРИЮ ИХ ЦИФРОВОЙ ОРИЕНТИРОВАННОСТИ

**Расторгуев Дмитрий Александрович,**

кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования,  
технологий машиностроительного производства,  
rast\_73@mail.ru

**Левашкин Денис Геннадьевич,**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры оборудования,  
технологий машиностроительного производства,  
LevashkinD@gmail.com

**Логинов Николай Юрьевич,**

кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования,  
технологий машиностроительного производства, loginovnik@mail.ru

**Козлов Антон Александрович,**

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры оборудования,  
технологий машиностроительного производства,  
k.a.a80@bk.ru

**Гуляев Вадим Анатольевич,**

кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования,  
технологий машиностроительного производства,  
colmy@tltsu.ru

Тольяттинский государственный университет,  
Россия, 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

В работе приведены результаты анализа образовательных программ вузов по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение производств». Для анализа были отобраны образовательные программы максимально соответствующие направлению, связанному с цифровизацией машиностроительного производства или разработкой технологического производства в условиях цифровизации его процессов. Оценка программ осуществлялась на основе таких критериев как соответствие набора формируемых знаний и умений видам инженерной деятельности в машиностроительной области, по части полноты охвата всех видов деятельности или где наблюдается акцентирование на направлении индустриальной цифровизации науки и техники, также осуществлялась оценка соответствия расположения дисциплин в учебном плане в последовательности этапов жизненного цикла продукта производства. Результатом анализа стала предложенная в работе методика комплексного исследования подходов образовательных организаций к формированию новых образовательных программ. Методика анализа позволяет определить характерные особенности тех программ, которые уже ориентированы на процессы цифровизации общества. Это позволяет понять какие новые инструменты цифровизации необходимо внедрять, как в образовательный процесс, так и в логику организационных процессов и процесс управления вузом. А также выявить вузам свои сильные и слабые стороны в процессе выстраивания собственной конкурентной модели образования на рынке образовательных услуг. Предложенная в работе методика оценки образовательных программ направлена в первую очередь на поиск решения в части определения собственно подхода к формированию образовательных программ при их разработке. Методика анализа позволяет определить «место» образовательной программы, как на этапе ее проектирования, так и на этапе ее внедрения на рынок. Исследование проводили путем построения для каждой анализируемой образовательной программы – диаграмм размаха и распределения качественных и количественных данных по каждому соответствующему блоку деятельности. Результаты исследования представлены в виде диаграмм, которые показывают медиану, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение выборки и выбросы внутри блока деятельности по каждой анализируемой образовательной программе. Методика позволяет определить содержание и наполнение программы по результатам оценки, и сформировать индивидуальный «профиль» разрабатываемой программы в каждом вузе.

**Ключевые слова:** образовательная программа, магистратура, цифровизация, онлайн-обучение, образовательный курс, модуль дисциплины, университет, жизненный цикл продукта, цифровые технологии, методика анализа.

### Актуальность

Традиционный подход к проектированию образовательных программ, предполагает последовательное освоение теоретических модулей, в условиях цифровизации не обеспечивает требуемый уровень квалификации выпускников соответствующий реалиям современного рынка, в том числе для условий цифрового, динамично развивающегося, многономенклатурного производства. Сегодня переход к цифровой экономике в стране меняет идеологию обучения в стране, обеспечит студенту актуальный набор компетенций, доступ к современным знаниям в различных областях науки. Однако в условиях цифровизации образовательного процесса, производства в целом сложно однозначно ответить на вопрос каким должно быть современное образование, какие знания должен давать университет в условиях цифровой трансформации общества и его уклада в целом. И это не только крепкие фундаментальные знания и базовые общеинженерные компетенции, но и основы системного профессионального мышления специалиста. Это также, надпрофессиональные компетенции, умение быстро и самостоятельно осваивать современные технологии, находить и перерабатывать нужную информацию, это проектное и критическое мышление, умение работать в команде.

Проблемы высшего образования в области инженерной подготовки носят системный характер и определяются наложением нескольких факторов. Это массовость высшего образования при его коммерциализации и конкуренция на рынке образовательных услуг [1]. Это стремительно меняющиеся требования к выпускникам, которые с точки зрения производства должны иметь целый комплекс разносторонних качеств [2]. При этом из-за усложнения проектируемых и эксплуатируемых технологических и производственных систем и процессов [3] идет поиск новых подходов к формированию курсов обучения современных инженеров. Отмечается необходимость междисциплинарного подхода [4–6], включения курсов, выполняющих интегрирующую роль по отношению к отдельным дисциплинам [4], изменения содержания курсов с учетом современных трендов в машиностроении [7]. Делаются попытки анализа содержания программ обучения [8].

Идет поиск новых педагогические подходов [9] к обучению включая возможности

цифровых технологий. Различные сочетания реальных и виртуальных работ приводятся в [10, 11]. Идет анализ времени и характера работ при обучении с учетом современных образовательных цифровых технологий [12–14]. Используется многокритериальное, последовательное сквозное проектное обучение на основе выполнения сложных разработок, организацией совместной распределенной работой [15–18].

Для определения комплексных подходов к образовательному процессу при разработке новых образовательных программ (Программ), необходимо определить характерные особенности тех программ, которые уже ориентированы на процессы цифровизации общества. Также необходимо понять какие новые направления развития цифрового производства внедряются как в образовательный процесс, как это затрагивает логику выстраивания образовательных программ вузов.

Цель данной работы заключается в поиске методики анализа образовательной программы для эффективного построения ее структуры, формирования индивидуального облика образовательной программы с учетом запросов работодателя, в выявлении слабых и сильных сторон и определении направления развития на всех этапах реализации образовательной программы в эпоху цифровизации общества. Это позволит найти решение в сложившихся сегодня противоречиях между предприятиями и вузами. Суть в том, что предприятия, как и университет, представлены общим рынком, где университет выступает как поставщик кадров, имеющих определенный рыночный потенциал, и конкурирует в этой ситуации с другими вузами, а предприятия реального сектора экономики находятся в конкурентной среде друг относительно друга, в том числе в части поиска вузов для подготовки кадров. Для правильной организации взаимодействия сторон в этом процессе необходимо понимать, что у каждого предприятия как участника рынка имеется собственная программа развития, в том числе, как относительно развития кадрового потенциала, так и экономического аспекта. С другой стороны, вузы также имеют собственную стратегию и программу развития. Благоприятной для взаимодействия будет ситуация, когда программы развития обеих сторон накладываются друг на друга и (или) подготовлены в едином ключе, что на практике трудно реализовать

в текущей экономической обстановке, это также справедливо и для вновь создаваемых образовательных Программ. Именно основываясь на общих принципах цифровизации как со стороны вуза так и предприятия открываются новые возможности для расширения взаимодействия, и формируются совместные условия для преодоления приведенных противоречий.

### Методика исследования

Методика анализа включала мероприятия по оценке соответствия получаемых знаний и умений видам инженерной деятельности в машиностроительной области актуальных условиях цифровизации отрасли, в части полноты охвата всех видов деятельности или где наблюдается акцентирование на каком-либо направлении. Проводили оценку последовательности расположения дисциплин в учебном плане согласно основным этапам жизненного цикла продукта машиностроительного производства. Отнесение конкретной дисциплины к какому-либо этапу анализа проводилось субъективно по наименованию дисциплины и примерному ее содержанию. Для более точного анализа на последующих этапах работы запланирована оценка содержания модулей-тем каждого курса, этот этап в данной работе не проводился. В качестве дисциплин по выбору принимались дисциплины имеющие большее отношение к проектированию машиностроительного производства или цифровизации производства. Исходные данные для анализа были сведены в единый массив данных (данные доступны по ссылке <https://drive.google.com/file/d/1V1udLP-qzvOt2Yzc2HT8ePcmvWc6wgut/view?usp=sharing>), который для простоты обработки был приведен к табличному, а потом матричному виду, где количественные параметры (часы) и виды работ по всем программам были проранжированы.

Анализировали программы университетов (были выбраны произвольно): СТАНКИН (направленность: Компьютерное проектирование мехатронных технологических систем); Московский политехнический университет (Технология машиностроения) – МПУ; Самарский Государственный технический университет – СамГТУ; Донской государственный технический университет (направленность Конструирование машин и оборудования) – ДГТУ; Московский государственный тех-

нический университет имени Н.Э. Баумана – МГТУ; Тольяттинский государственный университет – ТГУ.

Анализ проводили по следующим видам работ: КПП – конструкторская подготовка производства; ТПП – технологическая подготовка производства; НИР – научно-исследовательская деятельность; ПП – производственный процесс (специализация или на управлении и организации производством или на обслуживании и ремонте). Также – социальные (гуманитарный блок) и цифровизация (дисциплины, связанные с использованием цифровых систем и методов).

Далее дисциплины группировали в блоки по признакам подобия. И присваивали блоку наименование ключевым словом или сочетанием слов. Например, ряд дисциплин были объединены в блок «Жизненный цикл продукта» (ЖЦ), включая: НИОКР 1 – общая методика проектирования; НИОКР 2 – инженерные расчеты, включая САЕ; КПП 1 – методика конструирования технологических систем; КПП 2 – системы автоматизированного проектирования (САПР); ТПП 1 – общая методика проектирования производств; ТПП 2 – проектирование оборудования, оснастки; ТПП 3 – технологии; ТПП 4 – САПР ТП (CAD/CAM), автоматизация, станки с ЧПУ; ПП 1 – метрология, качество; ПП 2 – управление и организация производства; ПП 3 – надежность систем; Э 1 – ремонт.

Анализ распределения аудиторных часов на каждую дисциплину проводили по всем блокам, кроме социального, включающего языковую подготовку, психологию, риторику и т. д., хотя на всех видах графиков он будет указан (рис. 1). Результаты распределения для соответствующего блока по видам деятельности представлены в виде диаграммы размаха, которая показывает медиану, нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение выборки и выбросы внутри блока.

### Апробация исследования

Согласно полученным данным (рис. 1 и 2) распределение основной доли часов приходится на дисциплины, связанные с технологической подготовкой производства (ТПП). Чуть меньше приходится на цифровые системы и методы (цифровизация). Причем по разбросу последняя имеет наименьшее значение, а блок ТПП наибольшее. Следующий по значимости блок – проектирование (КПП).

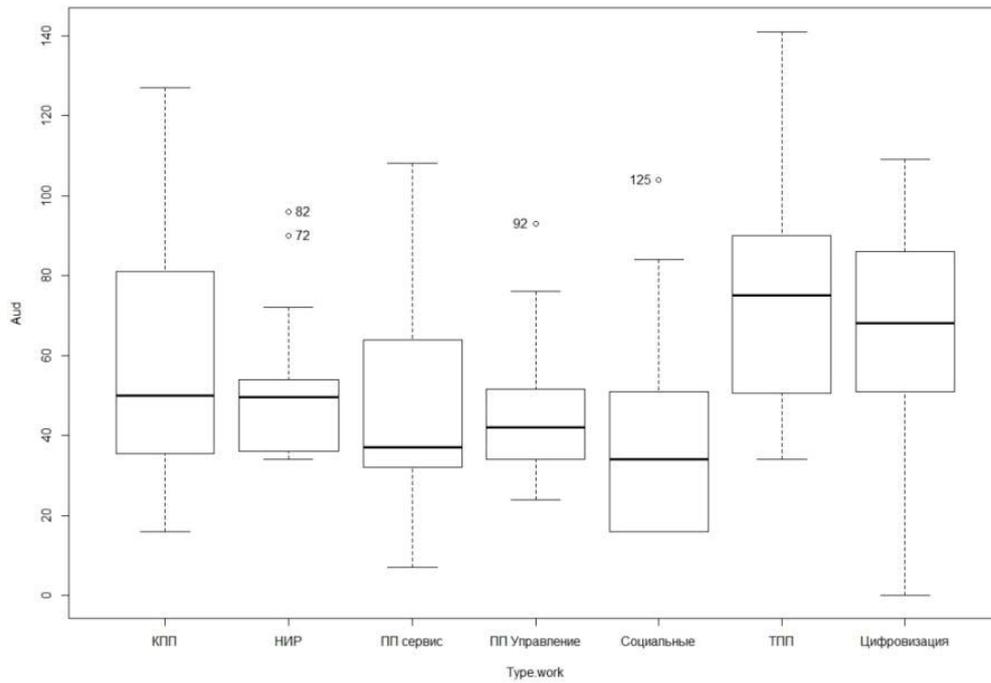


Рис. 1. Распределение аудиторных часов дисциплин по видам работ

Fig. 1. Distribution of classroom hours of disciplines by type of work

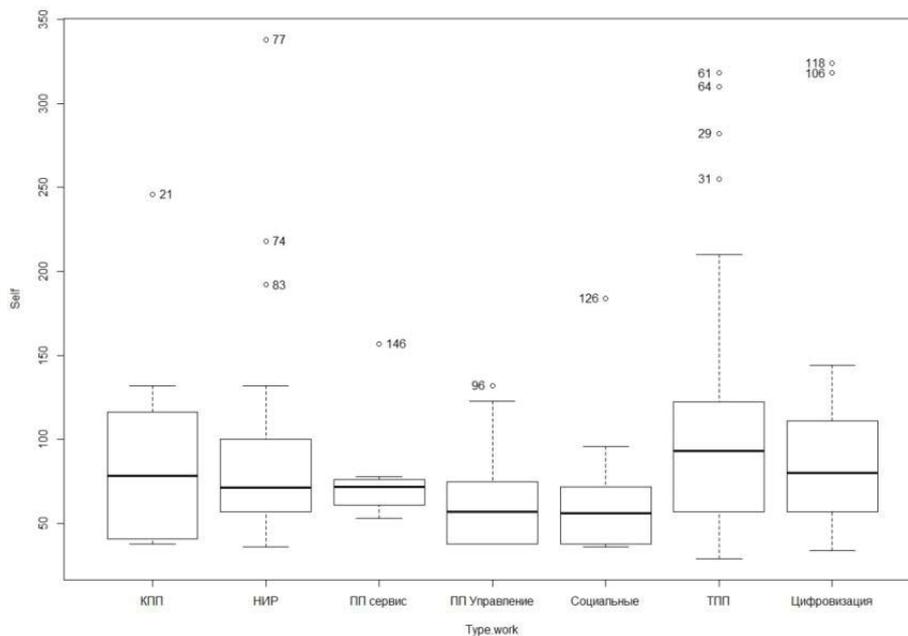
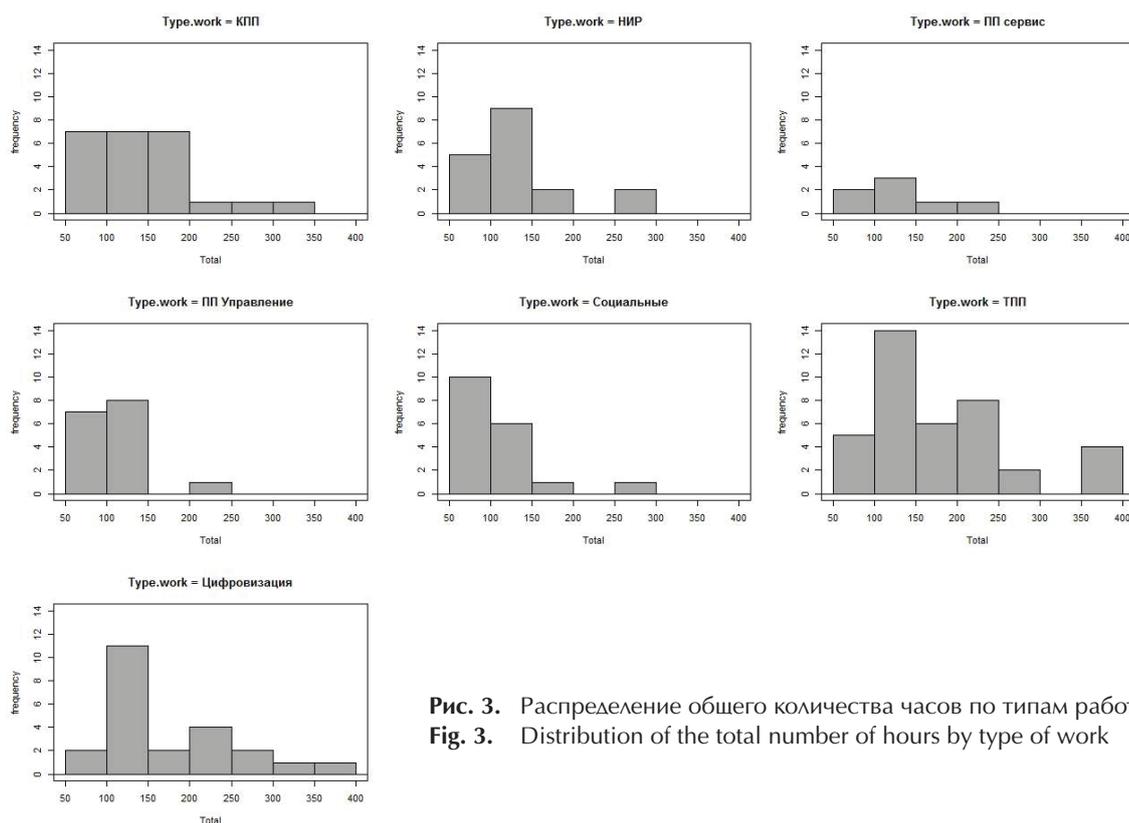


Рис. 2. Распределение часов самостоятельной работы по дисциплинам

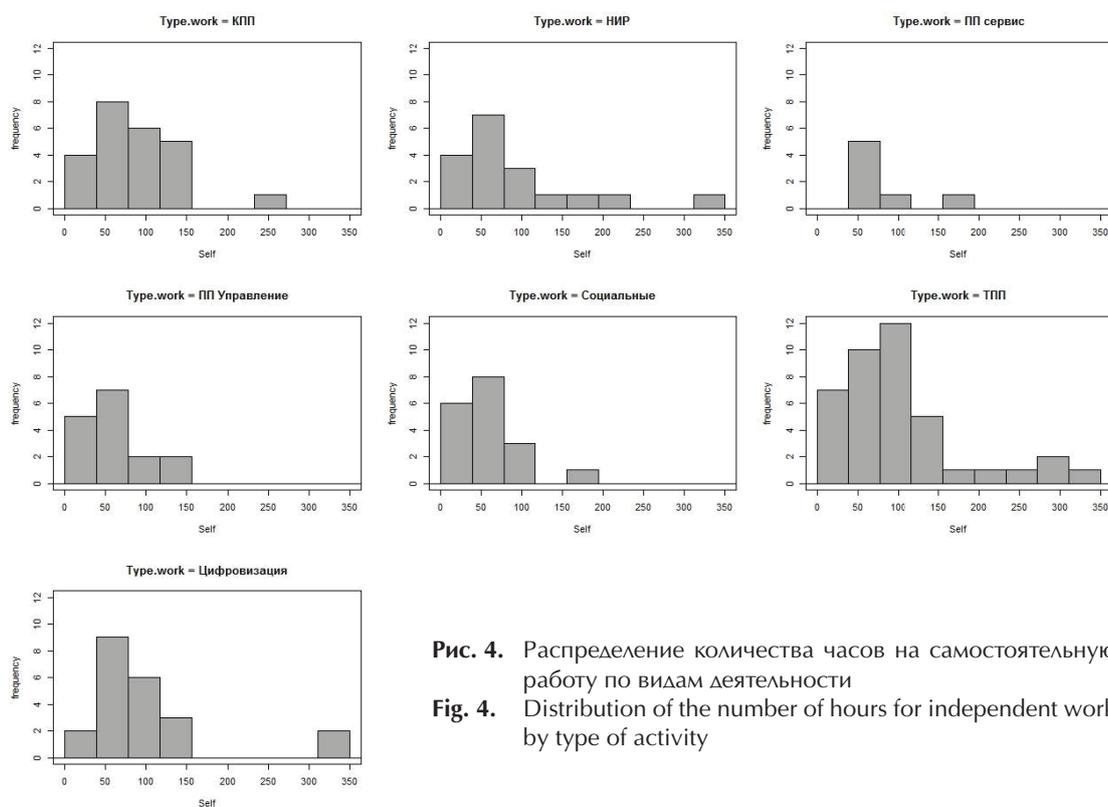
Fig. 2. Distribution of hours of independent work by discipline

По медиане с ним сопоставим блок научных исследований, и по разбросу часов он более стабилен. Наименьшее количество часов на предмет имеют дисциплины по реализации производственного процесса – управлению и обслуживанию. Последний блок дисциплин ПП сервис (производственный процесс – надежность, ремонт) имеет высокую медиану благодаря большому количеству часов аудиторных занятий в СамГТУ и в ДГТУ.

На рис. 3 показано распределение общего количества часов по видам работ. Как видно, дисциплины, связанные с ТПП, НИР, цифровизацией и ПП имеют большинство предметов в диапазоне 100–150 ч. В блоке КПП три вуза (ТГУ, МГТУ и ДГТУ) обеспечили наличие курсов с большим количеством часов. В большинстве вузов количество часов больше на технологические дисциплины (от 100 до 250 ч).



**Рис. 3.** Распределение общего количества часов по типам работ  
**Fig. 3.** Distribution of the total number of hours by type of work



**Рис. 4.** Распределение количества часов на самостоятельную работу по видам деятельности  
**Fig. 4.** Distribution of the number of hours for independent work by type of activity

Показательно, что по блоку цифровизации производства в распределении количества часов приходится малое число курсов. Аналогичная картина оказалась с самостоятельной работой (рис. 4).

Видно, что большое количество часов на самостоятельную работу остается в технологическом цикле, а в конструкторском и цифровом имеет ограничение связанное с обеспечением возможности работы магистров

на соответствующем программном обеспечении. Доля НИР на самостоятельную работу высокая (свыше 100 ч), что логично с точки зрения самостоятельного проведения научных исследований.

На следующем этапе проводили анализ распределения общего количества часов по блокам дисциплин. Как видно из рис. 5 – вузы сбалансировано подходят к формированию гуманитарного блока, экономике, методам

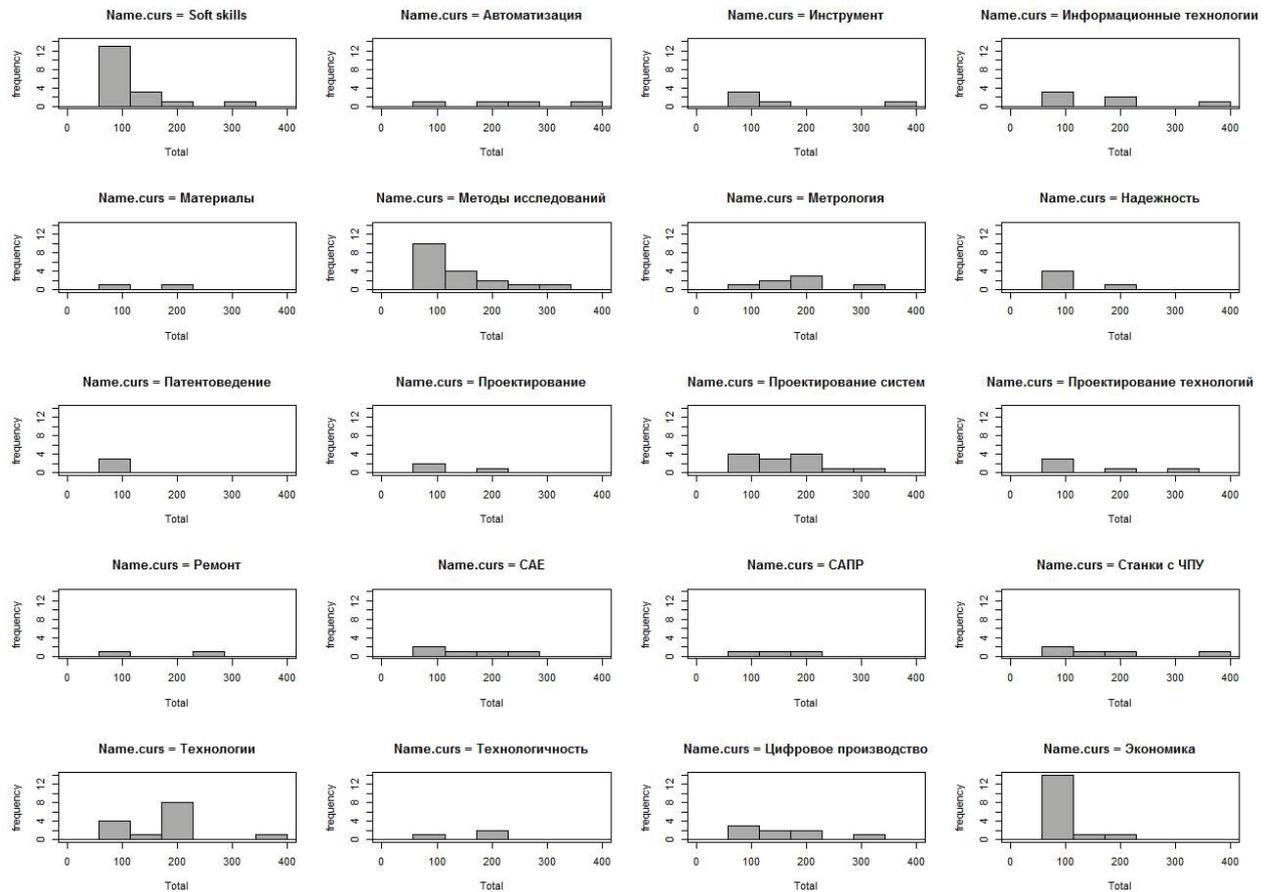


Рис. 5. Распределение общего количества часов по блокам дисциплин  
 Fig. 5. Distribution of the total number of hours by discipline blocks

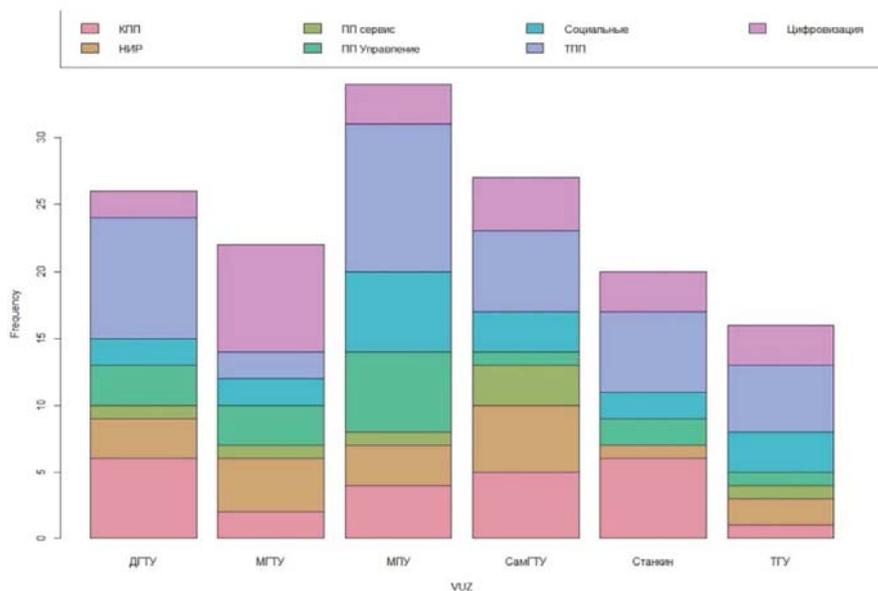


Рис. 6. Частота по общим часам на дисциплину по вузам для различных видов работ  
 Fig. 6. Frequency by total hours per discipline by universities for various types of work

исследований и проектированию систем. Остальные курсы имеют значительный размах без какой-либо упорядоченности.

Высокий размах по распределению часов связан как со специализацией вузов в определенной области деятельности, так и с проводимой работой с предприятиями определенного машиностроительного профиля. Более явно это видно из рис. 6. На рис. 7 показана доля дисциплин каждого вида деятельности по вузам и наоборот – сравнительная диаграмма, которая показывает долю по дисциплинам в соответствующих видах работ по вузам.

По анализу относительной доли дисциплин для программы ТГУ (рис. 7) видно преобладание исследовательской, социально-гуманитарной (связано с языковой подготовкой и методологией науки), технологической и цифровой деятельности.

Более высокая относительная доля по цифровизации наблюдается в СамГТУ из-за большого количества предметов, связанных с расчетами по специализированным методам обработки (литье) и в МГТУ из-за специфики самого направления подготовки, связанного с цифровым управлением жизненного цикла (рис. 8).

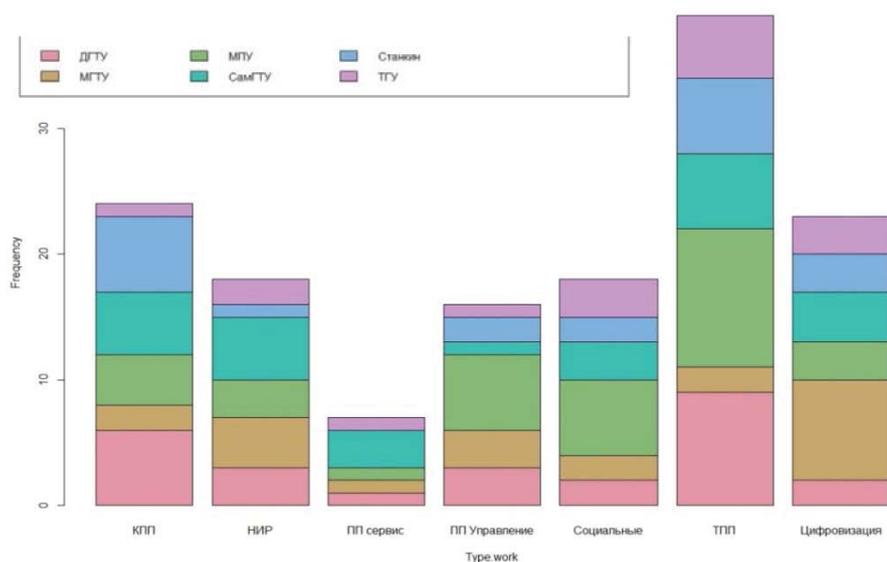


Рис. 7. Частота по часам по видам работ для различных вузов  
Fig. 7. frequency by hours by type of work for different universities

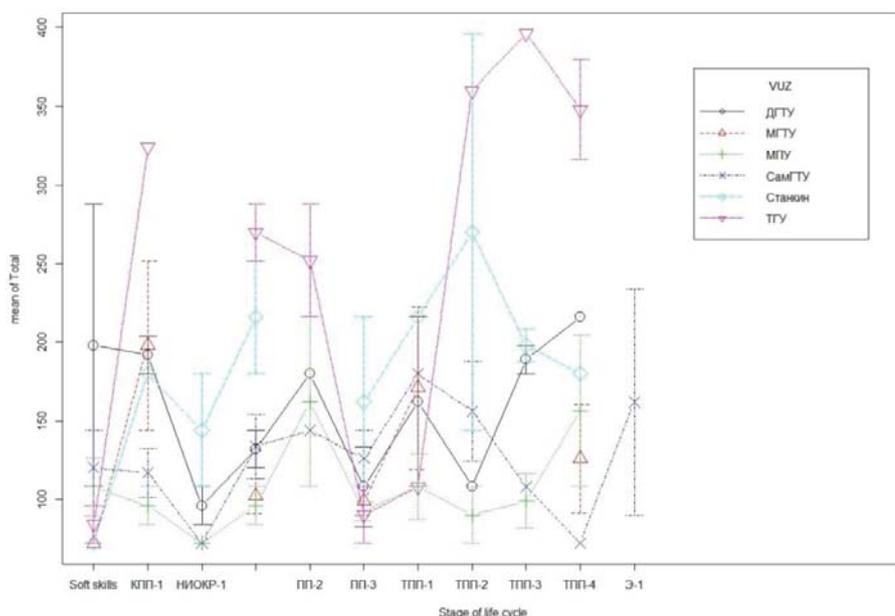


Рис. 8. Распределение средних значений с разбросом общего количества часов на дисциплины по этапам жизненного цикла  
Fig. 8. Distribution of average values with a spread of the total number of hours for disciplines by stages of the life cycle

Самые ёмкие по часам дисциплины в программе – по общему проектированию (КПП-1), проектированию технологических систем (ТПП-2), технологиям (ТПП-3) и цифровизации (ТПП-4). По остальным направлениям программа ТГУ соответствует общим трендам по внедрению курсов, изучающих цифровизацию производственных процессов (рис. 9).

На рис. 10 видно, что общий подход к социальным и управленческим блоками имеет несколько ярко выраженных пиков, которые отражают разный подход в вузах. Остальные направления более сглажены, но разброс по часам довольно широкий.

По дисциплинам преобладают языковые предметы. Ремонт и обслуживание, как уже говорилось, имеют большую долю из-за двух

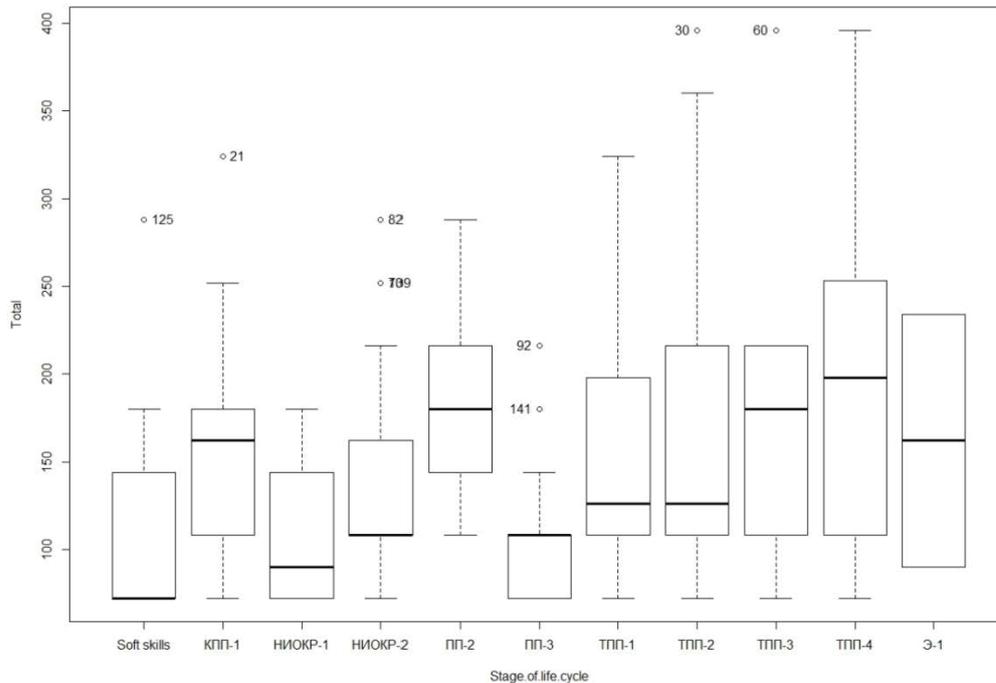


Рис. 9. Диаграммы размаха общего количества часов на дисциплины по этапам жизненного цикла  
Fig. 9. Diagrams of the range of the total number of hours for disciplines by stages of the life cycle

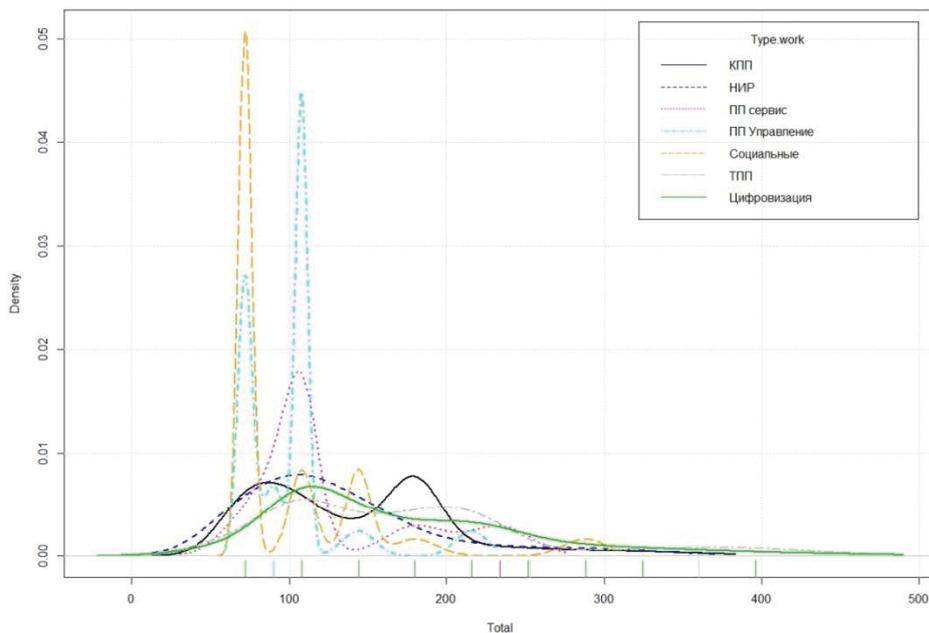


Рис. 10. Плотности распределения общего количества часов на дисциплины по направлениям  
Fig. 10. Density of distribution of the total number of hours for disciplines by areas

вузов (ДГТУ и СамГТУ), где на них выделено очень большое количество часов. Также выделяются блоки дисциплин, связанных с цифровизацией производственных процессов, моделированием и проведением научных исследований.

Если рассмотреть укрупненно блоки дисциплин, то выделяются курсы, формирующие надпрофессиональные навыки, экономика, технологии, проектирование систем, методы исследований. Если суммировать часы по курсам, связанным с CAD/CAM/CAE, цифровизацией, автоматизацией, то получим самый крупный сегмент часов. Исходя из этого, такое распределение курсов можно считать сбалансированным.

### Выводы

В работе предложена методика комплексного анализа образовательных программ которая позволяет:

1) выполнить независимую оценку направленности любой образовательной программы по выбранному критерию, например, цифровизации;

2) применить полученные по результатам анализа образовательной программы данные для разработки собственного «профиля» образовательной программы, как на этапе ее внедрения, так и на этапе ее актуализации;

3) провести качественную и количественную характеристику нескольких образовательных программ основываясь на построении диаграмм распределения и размаха, которые определяют показатели медианы,

нижний и верхний квартили, минимальное и максимальное значение выборки и разброс внутри каждого блока деятельности образовательной программы.

Дальнейшим развитием предложенной методики можно считать оценку содержания модулей-тем каждого курса, образовательной программы, это позволит выполнить сравнение образовательных программ путем «среза» по распределению тем, разделов, модулей внутри каждой дисциплин в отдельности.

Апробация предложенной в работе методики комплексного анализа образовательных программ позволила сделать заключение:

1. В целом по балансу часов, приходящихся на дисциплины, соответствующие определенному виду деятельности, программы магистерской подготовки различных вузов соответствуют трендам цифровизации образовательных программ.

2. В сравниваемых образовательных программах преобладают блоки дисциплин, связанные с проектированием технологических процессов, конструированием и цифровизацией, что позволяет дать положительную оценку уровню их соответствия современным требованиям.

3. Для более эффективной реализации программы обучения, дисциплины по данным видам деятельности должны быть выстроены в порядке прохождения процессов на этапах «жизненного цикла» с приоритетом на направлениях, отвечающих интересам вуза и реализующих программу, и предприятий, сотрудничающих с ним.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чучалин А., Боев О., Криушова А. Качество инженерного образования: мировые тенденции в терминах компетенций // Высшее образование в России. – 2006. – № 8. – С. 9–17.
2. Иванов В.Г., Зиятдинова Ю.Н. Международный форум Американского общества по инженерному образованию (2014 г., июнь) // Высшее образование в России. – 2014. – № 8–9. – С. 65–75.
3. Конкурс «Развитие – НТИ». URL: <http://science.npi-tu.ru/storage/app/media/2017/docs/Tehnet.pdf> (дата обращения: 12.10.2020)
4. Ian T. Cameron, Sebastian Engell, Christos Georgakis, Norbert Asprien, Dominique Bonvin, Furong Gao, Dimitrios I. Gerogiorgis, Ignacio E. Grossmann, Sandro Macchietto, Heinz A. Preisig, Brent R. Young Education in Process Systems Engineering: Why it matters more than ever and how it can be structured // Computers & Chemical Engineering. – 2019. – Vol. 126. – P. 102–112. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2019.03.036> (дата обращения: 12.10.2020)
5. Zaki Sari, A New Curriculum for Manufacturing & Industrial Engineering and Engineering Management for BS and MS Degrees // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2013. – Vol. 102. – P. 560–567.
6. Matthew Lynch, Uladzimir Kamovich, Kjersti K. Longva, Martin Steinert Combining technology and entrepreneurial education through design thinking: Students' reflections on the learning process // Technological Forecasting and Social Change. – 2019. URL: [https://www.researchgate.net/publication/334271078\\_Combining\\_technology\\_and\\_entrepreneurial\\_education\\_through\\_design\\_thinking\\_Students'\\_reflections\\_on\\_the\\_learning\\_process](https://www.researchgate.net/publication/334271078_Combining_technology_and_entrepreneurial_education_through_design_thinking_Students'_reflections_on_the_learning_process) (дата обращения: 12.10.2020)

7. Guerrero Martín Palma, Gerson La Rosa Developing Competences in Engineering Students. The Case of Project Management Course // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2014. – Vol. 112. – P. 832–841.
8. Kamyar Raoufi, Arvind Shankar Raman, Karl R. Haapala, Brian K. Paul Benchmarking Undergraduate Manufacturing Engineering Curricula in the United States // *Procedia Manufacturing*. – 2018. – Vol. 26. – P. 1378–1387.
9. Tina Tvenge, Olga Ogorodnyk Development of evaluation tools for learning factories in manufacturing education // *Procedia Manufacturing*. – 2018. – Vol. 23. – P. 33–38.
10. Harun Chowdhury, Firoz Alam, Israt Mustary Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses // *Energy Procedia*. – 2019. – Vol. 160. – P. 806–811.
11. Joshua Grodotzki, Tobias R. Ortelt, A. Erman Tekkaya Remote and Virtual Labs for Engineering Education 4.0: Achievements of the ELLI project at the TU Dortmund University // *Procedia Manufacturing*. – 2018. – Vol. 26. – P. 1349–1360.
12. Чучалин А.И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // *Высшее образование в России*. – 2018. – № 10. – С. 47–62.
13. Чучалин А.И. Модернизация трёхуровневого инженерного образования на основе ФГОС 3 + и CDIO // *Высшее образование в России*. – 2018. – № 4. – С. 22–32.
14. Чучалин А.И., Данейкина Н.В. Адаптация подхода CDIO к магистратуре и аспирантуре // *Высшее образование в России*. – 2017. – № 4. – С. 17–25.
15. Yongtae Do Self-selective multi-objective robot vision projects for students of different capabilities // *Mechatronics*. – 2013. – No. 23. – P. 974–986. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mechatronics.2012.11.003>
16. Carina Fresemanna, Rainer Starke, Roy Damgraveb, Nathalie Bekkeringb, Eric Luttersb Distributed Product Design in Educational Programms // *Procedia: CIRP*. – 2018. – No. 70. – P. 344–349.
17. Amin Mirkouei, Raunak Bhinge, Chris McCoy, Karl R. Haapala1, David A. Dornfeld Pedagogical Module Framework to Improve Scaffolded Active Learning in Manufacturing // *Procedia Manufacturing*. – 2016. – Vol. 5. – P. 1128–1142.
18. Paolo Ciancarini, Marcello Missiroli, Daniel Russo Cooperative Thinking: Analyzing a new framework for software engineering education // *The Journal of Systems and Software*. – 2019. – Vol. 157. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110401> (дата обращения: 12.10.2020)

Дата поступления: 15.10 2020

UDC 378.147.34

## ANALYSIS TECHNIQUE FOR EDUCATIONAL PROGRAMS BY THE CRITERION OF THEIR DIGITAL ORIENTATION

**Dmitriy A. Rastorguev,**

Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
rast\_73@mail.ru

**Denis G. Levashkin,**

Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
LevashkinD@gmail.com

**Nikolay Yu. Loginov,**

Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
loginovnik@mail.ru

**Anton A. Kozlov,**

Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
k.a.a80@bk.ru

**Vadim A. Gulyaev,**

Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
colmy@tltsu.ru

Togliatti State University,  
14, Belorusskaya str., Togliatti, 445020, Russia.

The paper presents the results of the analysis of educational programs of universities in the direction 15.04.05 "Design and technological support of production". For the analysis, educational programs were selected as closely as possible to the direction associated with the digitalization of engineering production or the development of technological production in the context of the digitalization of its processes. The evaluation of the programs was carried out on the basis of such criteria as the correspondence of the set of formed knowledge and skills to the types of engineering activities in the machine-building field, in terms of the completeness of the coverage of all types of activities or where there is an emphasis on the direction of industrial digitalization of science and technology; sequence of stages of the life cycle of a product of production. The result of the analysis was the proposed methodology for a comprehensive study of the approaches of educational organizations to the formation of new educational programs. The analysis method allows us to determine the characteristic features of those programs that are already focused on the processes of digitalization of society. This makes it possible to understand what new digitalization tools need to be introduced, both in the educational process and in the logistics of organizational processes and the university management process. And also to reveal to universities their strengths and weaknesses in the process of building their own competitive education model in the educational services market. The proposed methodology for evaluating educational programs is aimed primarily at finding a solution in terms of determining the actual approach to the formation of educational programs in their development. The analysis method allows to determine the "place" of the educational program, both at the stage of its design and at the stage of its introduction into the market. The study was carried out by constructing for each analyzed educational program diagrams of the scope and distribution of qualitative and quantitative data for each corresponding block of activity. The results of the study are presented in the form of diagrams that show the median, lower and upper quartiles, minimum and maximum values of the sample, and outliers within the block of activities for each analyzed educational program. The methodology allows you to determine the content and content of the program based on the results of the assessment, and to form an individual "profile" of the developed program in each university.

**Key words:** educational program, master's degree, digitalization, online learning, educational course, discipline module, university, product life cycle, digital technologies, analysis method.

## REFERENCES

1. Chuchalin A., Boyev O., Kriushova A. Kachestvo inzhenernogo obrazovaniya: mirovyye tendentsii v terminakh kompetentsiy [The quality of engineering education: global trends in terms of competencies]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2006, no. 8, pp. 9–17.
2. Ivanov V.G., Ziyatdinova Yu.N. Mezhdunarodnyy forum Amerikanskogo obshchestva po inzhenernomu obrazovaniyu (2014 g., iyun) [International Forum of the American Society for Engineering Education (2014, June)]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2014, no. 8–9, pp. 65–75.
3. Konkurs «Razvitiye – NTI» [Competition «Development – NTI»]. Available at: <http://science.npi-tu.ru/storage/app/media/2017/docs/Tehnet.pdf> (accessed: 12.10.2020).
4. Ian T. Cameron, Sebastian Engell, Christos Georgakis, Norbert Asprien, Dominique Bonvin, Furong Gao, Dimitrios I. Gerogiorgis, Ignacio E. Grossmann, Sandro Macchietto, Heinz A. Preisig, Brent R. Young Education in Process Systems Engineering: Why it matters more than ever and how it can be structured. *Computers & Chemical Engineering*. 2019, Vol. 126, pp. 102–112. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2019.03.036> (accessed: 12.10.2020).
5. Zaki Sari, A New Curriculum for Manufacturing & Industrial Engineering and Engineering Management for BS and MS Degrees. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2013, Vol. 102, pp. 560–567.
6. Matthew Lynch, Uladzimir Kamovich, Kjersti K. Longva, Martin Steinert Combining technology and entrepreneurial education through design thinking: Students' reflections on the learning process. *Technological Forecasting and Social Change*. 2019. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/334271078\\_Combining\\_technology\\_and\\_entrepreneurial\\_education\\_through\\_design\\_thinking\\_Students'\\_reflections\\_on\\_the\\_learning\\_process](https://www.researchgate.net/publication/334271078_Combining_technology_and_entrepreneurial_education_through_design_thinking_Students'_reflections_on_the_learning_process) (accessed: 12.10.2020).
7. Guerrero Martın Palma, Gerson La Rosa Developing Competences in Engineering Students. The Case of Project Management Course. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014, Vol. 112, pp. 832–841.
8. Kamyar Raoufi, Arvind Shankar Raman, Karl R. Haapala, Brian K. Paul Benchmarking Undergraduate Manufacturing Engineering Curricula in the United States. *Procedia Manufacturing*. 2018, Vol. 26, pp. 1378–1387.
9. Tina Tvenge, Olga Ogorodnyk Development of evaluation tools for learning factories in manufacturing education. *Procedia Manufacturing*. 2018, Vol. 23, pp. 33–38.
10. Harun Chowdhury, Firoz Alam, Israt Mustary Development of an innovative technique for teaching and learning of laboratory experiments for engineering courses. *Energy Procedia*. 2019, Vol. 160, pp. 806–811.
11. Joshua Grodotzki, Tobias R. Ortelt, A. Erman Tekkaya Remote and Virtual Labs for Engineering Education 4.0: Achievements of the ELLI project at the TU Dortmund University. *Procedia Manufacturing*. 2018, Vol. 26, pp. 1349–1360.
12. Chuchalin A.I. Inzhenernoye obrazovaniye v epokhu industrialnoy revolyutsii i tsifrovoy ekonomiki [Engineering education in the era of the industrial revolution and the digital economy]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2018, no. 10, pp. 47–62.
13. Chuchalin A.I. Modernizatsiya trokhurovnevnogo inzhenernogo obrazovaniya na osnove FGOS 3 + i CDIO [Modernization of three-level engineering education on the basis of FSES 3 + and CDIO]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2018, no. 4, pp. 22–32.
14. Chuchalin A.I., Daneykina N.V. Adaptatsiya podkhoda CDIO k magistrature i aspiranture [Adapting the CDIO Approach to Master and Postgraduate Studies]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2017, no. 4, pp. 17–25.
15. Yongtae Do Self-selective multi-objective robot vision projects for students of different capabilities. *Mechatronics*. 2013, no. 23, pp. 974–986. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mechatronics.2012.11.003>
16. Carina Fresemanna, Rainer Starka, Roy Damgraveb, Nathalie Bekkeringb, Eric Luttersb Distributed Product Design in Educational Programms. *Procedia: CIRP*. 2018, no. 70, pp. 344–349.
17. Amin Mirkouei, Raunak Bhinge, Chris McCoy, Karl R. Haapala1, David A. Dornfeld Pedagogical Module Framework to Improve Scaffolded Active Learning in Manufacturing. *Procedia Manufacturing*. 2016, Vol. 5, pp. 1128–1142.
18. Paolo Ciancarini, Marcello Missiroli, Daniel Russo Cooperative Thinking: Analyzing a new framework for software engineering education. *The Journal of Systems and Software*. 2019, Vol. 157. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2019.110401> (accessed: 12.10.2020).

Received: 15.10 2020

УДК 378.147.34

## РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ МАГИСТРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Левашкин Денис Геннадьевич**, кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры оборудования, технологий машиностроительного производства,  
LevashkinD@gmail.com

**Расторгуев Дмитрий Александрович**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры оборудования, технологий машиностроительного производства,  
rast\_73@mail.ru

**Логинов Николай Юрьевич**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры оборудования, технологий машиностроительного производства,  
loginovnik@mail.ru

**Козлов Антон Александрович**, кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры оборудования, технологий машиностроительного производства,  
k.a.a80@bk.ru

**Гуляев Вадим Анатольевич**, кандидат технических наук,  
доцент кафедры оборудования, технологий машиностроительного производства,  
colmy@tltso.ru

Тольяттинский государственный университет,  
Россия, 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

В работе изложены особенности проектирования новых образовательных программ по техническим направлениям вузами в условиях цифровизации общества. Показано, что каждый вуз, находясь в индивидуальных рыночных условиях, определяет содержание и структуру образовательных программ исходя из анализа требований рынка к выпускникам, требований предприятий-работодателей, оценки динамики набора и трудоустройства выпускников. Отмечено, что немаловажным является периодичность номенклатурного обновления вузами образовательных программ, корректировка учебных планов и модулей дисциплин. Другим определяющим фактором является политика вуза в части сетевого взаимодействия, создание коллабораций и партнерств с другими вузами и предприятиями. Накрывающим эффектом на эти процессы накладываются современные тренды на цифровизацию ключевых внутренних и внешних сервисов, регламентирующих деятельность всех участников этой системы.

Применение традиционных подходов при проектировании новых образовательных программ (ОП) сегодня менее эффективно в первую очередь из-за того, что за последние 10 лет значительно вырос рынок образовательных услуг вузов, часть вузов стали участниками ряда программ министерства науки и высшего образования – это программы на получение статуса научно-исследовательского вуза, опорного вуза региона и прочее. Во-вторых, изменения коснулись и направленности работ вузов на вхождение в определенные рейтинги, получение вузами статусов, что имеет влияние в части создания новых ОП, например, как инструмента привлечения ведущих зарубежных и отечественных ученых в предметной области. В-третьих, изменились политики предприятий, наблюдается их повышенный интерес к молодым специалистам, изменился спрос на набор базовых компетенций необходимый для работы молодого специалиста на предприятии. Собственно и сам набор компетенций выпускника даже внутри одной образовательной программы сильно дифференцирован у каждого предприятия.

Основываясь на этом, работа обобщает опыт разработки образовательной программы по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», основываясь на современных технологиях цифровизации в области машиностроения.

**Ключевые слова:** образовательная программа, магистратура, цифровизация, онлайн-обучение, образовательный курс, модуль дисциплины, университет, жизненный цикл продукта, цифровые технологии.

### Введение

Переход к профессиональным стандартам высшего образования (внедрение системы индикаторов и трудовых функций) и внедрение федеральных государственных стандартов нового поколения (ФГОС 3++) показал, что в

число новых требований к выпускникам вошли способность работать в команде, способность выпускника инициировать проект или реализовывать проект в команде, способность анализировать проекты других команд, и исходя из этого вести корректировку целей и задач

отдела или проектной группы, способность проявлять инициативу при принятии решений по проекту и т. д. Очевидно, применяя лишь традиционные подходы в формировании модели ОП, обеспечить у выпускника выработку данных индикаторов и компетенций будет затруднительно. Это также относится к вопросам обеспечения и оценки качества подготовки выпускника по этим направлениям работ.

Как ответ на текущую ситуацию – при разработке ОП отечественные вузы применяют активные формы и инструменты проектирования [1–4], выработки системы из нескольких моделей выпускников, а также аналитика по уровням обучения всех ОП направляются работодателям [3], в результате чего формируются рекомендации по компетенциям, которые отражаются в моделях выпускников. Далее это находит отражение в модулях дисциплин и курсов, реализуемых в рамках ОП. С другой стороны, вузы при разработке ОП учитывают непрерывность ее содержания, логику академической последовательности и преемственности дисциплин внутри ОП. Эффективна практика вузов при разработке ОП, когда каждый уровень обучения определяет компетентностное содержание навыков и умений выпускника. Так в бакалавриате выпускник овладевает ключевыми компетенциями профессиональной деятельности. В магистратуре ориентация идет на углубление полученных в бакалавриате компетенций в контексте научных исследований.

Однако это не обеспечивает реализацию индивидуального подхода при выработке компетенций выпускника под запросы каждого предприятия [5]. В этих условиях вузы прибегают к выработке универсальных учебных планов, когда за счет набора базовых дисциплин и дисциплин по выбору они обеспечивают индивидуальность траектории обучения выпускника, с учетом требований различных предприятий. Это приводит к необходимости в вузах существенно расширять спектр реализуемых курсов дисциплин и их модулей, существенно расширять объемы теоретической и практической части. Динамично развивать материально-техническое оснащение кафедр, учитывая довольно короткий завяленный цикл подготовки современного специалиста, составляющий три-четыре года, затруднительно.

Эффективна и применяемая вузами практика, когда работники предприятий принимают участие в следующем: преподавании

профилирующих дисциплин; организации и руководстве профессиональной практики; работе итоговых государственных аттестационных комиссий. Для оценки удовлетворенности вузы ежегодно проводят со студентами, выпускниками университета и работодателями «Дни открытых дверей», «Ярмарки вакансий» [6, 7], конференции по итогам преддипломной практики. Однако, несмотря на это оценить в рамках этих мероприятий способности выпускника к проектной работе в команде затруднительно.

Отчасти снять ряд проблем с проектированием передовых образовательных программ сегодня способствует цифровизация ряда образовательных сервисов, как среди вузов, так и ряда сервисов предприятий [8–11]. Специфика удаленной работы потребовала новых форматов подачи материала и перестройки учебного процесса. Эффективны инструменты привлечения экспертов и преподавателей других университетов к онлайн-семинарам [12, 13]. Это является примером реализации онлайн-формы сетевого взаимодействия [14]. Эксперты видят в переходе на дистанционное обучение следующие плюсы: опыт работы в онлайн-среде с современными форматами подачи материала, более активное внедрение цифровых технологий в традиционное образование, возможность построения образовательных программ на принципах сетевого взаимодействия вузов, эффективное вовлечение к учебному процессу предприятий – потенциальных работодателей в режиме онлайн.

### Методика проектирования

Анализ содержания курсов обучения в современных иностранных университетах показал, что они исходят из соображений оптимального сочетания базовых фундаментальных и прикладных инженерных дисциплин. Из-за усложнения производственных систем, необходимостью учета повышающихся требований по экологическим и социотехническим стандартам, работы в мультикультурной среде, основным методом обучения в таких условиях оказывается проектная деятельность. Она выполняет интегрирующую роль по отношению к отдельным дисциплинам. Данный подход определяет связь с реальными задачами производственного сектора, обеспечивая дополнительный канал связи с потенциальными заказчиками – работодателями. Наполнение проектной деятельности

обеспечивается обучающими производственными площадками (LearningFactory) [15].

Был проведен анализ курсов Бредфордского Университета (Англии), RMIT University (г. Мельбурн, Австралия), Федеральной политехнической школы Лозанны (École polytechnique fédérale de Lausanne), Дефтонского технического университета (Technische Universiteit Delft), Мюнхенского технического университета (Technische Universität München, TUM München, TUM), Королевского технологического института (Kungliga Tekniska högskolan, КТН), Штутгартского университета (Universität Stuttgart) и других. Особый акцент в иностранных вузах сделан на разработке и внедрении элективных курсов и модулей дисциплин, связанных с развитием в первую очередь, комплекса управленческих навыков [16, 17]. Во главу угла поставлена подготовка выпускника к современным требованиям «функциональности» в условиях реального предприятия. Эти мероприятия реализуются через эффективные инструменты взаимодействия с предприятиями промышленности, в том числе через проектную деятельность [18]. Проектная деятельность включает следующие этапы: общая теория проекта, методика формирования проекта, методология оценки проекта, изучение и формирование компетенций в управлении проектом, планирование, изготовление, сопровождение, контроль, завершающие процессы и сертификация.

Таким образом, основываясь на проведенном анализе можно выделить ряд характерных принципов, на которые необходимо опираться в текущей повестке вузам при разработке передовых образовательных программ. Ими являются гибкость и высокая динамика содержания образовательной программы и ее направленность на рынок, необходимость выполнения принципа минимального, но достаточного для реализации целей и задач ОП номенклатурного наполнения курсов и модулей дисциплин, взаимное сочетание при реализации курсов и модулей дисциплин, реализуемых с применением онлайн-технологий, расширение комплекса мероприятий по привлечению к реализации ОП предприятий-работодателей и расширение географии программы [19], вовлечение к реализации ОП ведущих специалистов, как вузов, так и предприятий за счет применения эффективных механизмов сетевого взаимодействия, например, в формате онлайн-взаимодействия.

### Результаты апробации

Внедрение и разработка новых ОП накладывает ряд требований на формы организации бизнес-процессов внутри вуза, требует формирования соответствующей стратегической повестки вуза на уровне региона, определенного видения вуза потребителями в информационном пространстве. В части реализации ОП должны соответствовать существующим в вузе требованиям по показателям системы менеджмента качества [20–22]. Современным требованиям должна соответствовать и модель внутренней системы оценки качества осуществления образовательной деятельности и подготовки обучающихся в вузе. В части процедуры реализации ОП необходимо обязательно проходить профессионально-общественные аккредитации.

При внедрении практико-ориентированных ОП наблюдается дифференциация образовательных дисциплин, то есть образовательная программа представляется набором дисциплин, практик, последовательно изучаемых в различных семестрах. При этом, каждая отдельная дисциплина или комплекс дисциплин могут на достаточно качественном уровне формировать те или иные профессиональные компетенции у обучающихся. Однако, в условиях интеграции проектной деятельности в учебный процесс нарушается целостность представления знаний в логике жизненного цикла реализации проекта или создания инновационного продукта.

С учетом этого в Тольяттинском государственном университете в 2020 году разработана образовательная программа подготовки магистров по направлению 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (ОП КТО), в основу которой положена концептуальная идея, заключающаяся в том, что образовательный процесс выстраивается в логике жизненного цикла создания инновационного продукта. При этом, ключевой (базовой) дисциплиной во всей программе становится онлайн курс «Цифровые технологии производственных процессов», представленный как цифровая виртуальная платформа создания продукта или реализации технического проекта на всех этапах его жизненного цикла. Другие дисциплины образовательной программы как бы «накладываются» на онлайн курс, дополняя его теоретически углубленными модулями, конкретизируя рассматриваемый

вопрос на данном этапе жизненного цикла. Освоение образовательной программы выстраивается по этапам жизненного цикла создания продукта или реализации технического проекта [23, 24]. Ключевой особенностью ОП является возможность замены базовых курсов дисциплин и/или их модулей на онлайн-курсы как отечественных вузов, так и ведущих зарубежных школ, через инструменты сетевого взаимодействия. Это позволит масштабировать эффекты сетевого взаимодействия вузов путем внедрения нового формата взаимодействия – цифровое взаимодействие. Реализация цифрового взаимодействия будет проходить в несколько этапов. Курс «Цифровые двойники» будет выложен на ведущих отечественных и зарубежных платформах. Далее планируется поэтапное перекрестное внедрение онлайн курса в учебные планы дисциплин и их модулей вузами-участниками взаимодействия. Аналогично этому, подобная работа по внедрению модулей дисциплин онлайн-курсов разработанных вузами-участниками взаимодействия будет проделана с учебным планом данной Программы. Одна из задач реализации цифрового взаимодействия в данной форме – привлечь к реализации данной Программы ведущие зарубежные вузы, активно занимающиеся продвижением своих онлайн-курсов на образовательных онлайн-площадках.

Реализованный в ОП КТО подход позволяет рассматривать обучение выпускника как многоэтапный образовательный процесс реализации проекта, который включает этапы проектирования как машиностроительной продукции, так и технологических систем различного назначения для реализации технологий по производству, вопросы проектирования технологий изготовления, сопровождения производственного процесса. Объединяющим элементом всех этих разнородных по содержанию процессов является использование цифровых систем и процессов. Они позволяют реализовать единый сквозной процесс проектирования на всех стадиях реализации проекта, начиная от стадии выработки идеи, моделирования и этапов подготовки производства, и заканчивая выпуском готовой продукции.

Выбор дисциплин ОП КТО, их содержание и порядок следования в курсе обучения диктуется требованиями стандарта, где заявлены основные задачи, которые должен уметь

решать выпускник магистратуры. Далее построение ОП КТО реализуется по двум направлениям профессиональной деятельности по виду работ, с которыми может столкнуться выпускник. Каждая дисциплина соответствует определенному этапу жизненного цикла в структуре: научно-исследовательский и опытно-конструкторский этап (НИОКР), конструкторская подготовка производства (КПП), производственный процесс – эксплуатация (ТППЭ), техническое обслуживание и ремонт (ТОиР-У).

С учетом этого в ОП КТО определены следующие производные задачи по освоению методов, приемов и средств по обеспечению повышения эффективности современного машиностроительного производства в условиях цифровизации.

Первая задача – технологическая, связана с разработкой и применением новых производственных и технологических процессов и средств на базе современных методов проектирования, математического, физического и компьютерного моделирования. Базовая задача обучения относится ко всем этапам жизненного цикла существования машиностроительной продукции. Она направлена научить создавать и производить конкурентоспособную машиностроительную продукцию за счет эффективного конструкторско-технологического обеспечения.

Вторая – проектировочная и управленческая. Это исследования с целью обоснования, разработки, реализации и контроля норм, правил и требований к машиностроительной продукции различного служебного назначения, технологии ее изготовления и обеспечение качества.

Третья задача – комбинация проектировочных и технологических задач по созданию производственных, инструментальных и управляющих систем различного служебного назначения.

Разнообразие объектов профессиональной деятельности выпускников (машиностроительные производства различного направления с их технологиями, основное и вспомогательное оборудование, средства их технологического, диагностического, информационного и управленческого обеспечения, средства проектирования, автоматизации, управления и технического обслуживания) относится к производствам различных машиностроительных отраслей. В этой связи и

область проектной деятельности выпускника также будет иметь специфику, связанную с особенностями какого-либо этапа жизненного цикла.

Виды деятельности (исследование, проектирование, управление, диагностирование, обслуживание, освоение и внедрение) в ОП КТО были сгруппированы: проектно-конструкторская; производственно-технологическая; организационно-управленческая; научно-исследовательская.

Приоритетом предлагаемой магистерской программы ОП КТО является связка структуры курса в плане набора дисциплин, их содержания и последовательности с изучением взаимосвязей между различными этапами жизненного цикла. Это необходимо для того, что магистрант сформировал для себя целостную картину процессов, чтобы в случае необходимости он мог принимать обоснованные и эффективные проектные, технологические, исследовательские или управленческие решения. Акцент при изучении дисциплин, с учетом современных тенденций в машиностроении с переходом к Индустрии 4.0, делается на интеграции цифровых методов и средств решения разнообразных задач на различных этапах жизненного цикла продукта.

Учитывая мировые тренды в научно-техническом развитии, связанные с интернационализацией производственных цепочек и совместной работой с иностранными коллегами, а также в связи с уделением большого внимания к коммуникативным особенностям работника, к умению работать в коллективе, организации оперативной работы небольших рабочих групп по решению определенных проектов в программе «Цифровые процессы и системы автоматизированного машиностроения» предлагается сделать акцент на развитие дополнительных умений и навыков, относящихся к набору Soft Skills. Это обеспечивается как наличием определенных курсов (английский язык, философия науки, менеджмент и маркетинг в цифровой экономике), так и особой организацией выполнения сквозной работы (проектной, технологической, исследовательской и т. д.) в рамках проектной деятельности, которая связана с выполнением магистрантом разделов своей выпускной работы в рамках углубленного изучения и выполнения какого-либо модуля дисциплин. Работа может быть выполнена индивидуально или коллективно. Причем это может быть группа

магистрантов или это могут быть бакалавры старших курсов, которые под руководством магистранта будут выполнять какие-либо работы. В коллектив исполнителей проекта могут привлекаться работники предприятия, по заказу которого выполняется проект.

Основным направлением повышения эффективности современного машиностроительного производства является интеграция цифровых систем, выполняющих некоторые основные функции (от проектирования изделия до диагностики процессов и оборудования). Возникают задачи изучения локальных способов применения таких цифровых средств (построение цифровой модели объекта, моделирование какого-либо процесса, диагностирование обработки с выводом данных). Это делается в рамках индивидуальных модулей и тем отдельных дисциплин. Но основной эффект достигается от взаимодействия цифровых объектов, данных и систем. Такую объединительную функцию в программе берет на себя курс «Цифровые системы управления производственными процессами». Аспекты по проектированию, функционированию, изготовлению, эксплуатации объектов машиностроительного профиля носят комплексный характер, и их необходимо рассматривать в различных формах (конструкторских, технических, технологических, информационных, экологических, эргономических, эстетических, правовых, экономических, обеспечения безопасности различных видов). Для этого курсы ОП разработаны с акцентом на информатизацию, автоматизацию, и в более широком понимании значения, цифровизацию производственных систем и процессов.

С точки зрения заказчиков, набор компетенций выпускника, должен быть сбалансированным. Базовая группа инженерных компетенций ОП КТО включают конструкторско-проектные, технологическо-производственные. Базовые компетенции позволяют с одной стороны разрабатывать и реализовывать сложные в техническом и технологическом плане производственные системы, с другой рассматривать их в комплексе требований (экологических, эргономических, правовых и т. д.).

По основным функциональным блокам компетенций, в ОП КТО определен следующий сводный перечень:

1. Проектно-конструкторские компетенции (проектирование) со способностью раз-

рабатывать концептуальный проект. Это вопросы проектирования систем, с комплексным пониманием процесса создания продукта на всех этапах его жизненного цикла (учет и обеспечение технологичности, надежности). Разработка промышленного дизайна с приведением результата разработки к виду продукта, готового к выходу на рынок с учетом экологических, эргономических и правовых норм. Функционально-стоимостной анализ решений.

2. Расчетно-экспериментальные компетенции (И) с элементами научно-исследовательских работ. Теоретическое, компьютерное и экспериментальное исследование научно-технических проблем с формированием выводов результатов исследований, как в стандартизированной форме, так и в форме развернутых рекомендаций.
3. Производственно-технологические компетенции. Технология управления производством, обеспечения качества.
4. Организационно-управленческие навыки, умение проводить анализ рынков, выявлять потребности потребителей, цепочки поставок и логистики, систем безопасности. Финансово-экономическое обеспечение проекта. Организация выполнения проекта в рамках заложенного бюджета.
5. Владение культурой мышления, способность к обобщению и анализу, правовая грамотность, ориентация на профессиональный рост и обучение через всю жизнь, знание языков (Soft Skills).
6. Владение методами анализа проблем, выработка стратегии действий, управление проектами, организация работы коллектива.

Для расширения и закрепления знаний, полученных в ходе изучения базового курса «Цифровые технологии производственных процессов» и практических навыков по их использованию в цифровой среде на уровне современного цифрового производства предлагается комплексное изучение отдельных элементов цифрового производства, рассмотренных ниже. Это обеспечивается за счет использования результатов, полученных в процессе изучения и выполнения работ курса «Цифровые технологии производственных процессов» для изучения отдельных модулей дисциплин курса магистратуры или наоборот, использование результатов или данных полученных при выполнении работ в каких-либо

технических дисциплинах для проведения расчетов в программе курса «Цифровые технологии производственных процессов».

Для того чтобы наработать необходимые теоретические знания и закрепить их, для более эффективного использования определенных программных средств внутри цифрового производства, предлагается скомбинировать изучение отдельных модулей и тем, изучаемых на лекционных и практических занятиях в различных иных курсах технических дисциплин с работой в курсе «Цифровые технологии производственных процессов».

Например, практическая работа «Воспроизведение движения реального объекта», в которой разрабатывается цифровой двойник робота-манипулятора, изучаются различные аспекты реализации трехмерной модели с отработкой кинематических движений и изучением рабочей зоны. Это реализуется в рамках цифрового проектирования подвижных объектов. Аналогичные вопросы, только с точки зрения аналитического расчета, изучаются, например, в рамках дисциплины «Автоматизации машиностроения» в модуле «Расчет и проектирование устройства загрузки-выгрузки и сортировки объектов цифровизированных технологических производств». Соответственно, в рамках данной дисциплины можно рассмотреть иерархическое взаимодействие рассматриваемой моделируемой роботизированной системы в курсе «Цифровые технологии производственных процессов» с элементами обрабатывающих и транспортных систем, вопросы ее интеграции в цифровом производстве. Также можно изучить эффективность использования смоделированной системы с точки зрения аспектов дополнительных технологических возможностей в рамках дисциплины «Расчет и конструирование оборудования с компьютерным управлением» в модуле «Расчётное и экспериментальное определение характеристик станочных систем с цифровым управлением». Здесь для аналогичной кинематической системы, изучаемой в рассматриваемой работе № 1, можно провести исследование динамических характеристик, которые необходимы для повышения эффективности функционирования системы. Это позволит в ходе изучения различных дисциплин с точки зрения их специализированных методов и подходов рассмотреть один из элементов производственного процесса, который будет завязан на цифро-

вом двойнике реального объекта роботизированной системы.

Важным аспектом реализации современной ОП является привлечение к ее реализации представителей из числа предприятий – потенциальных заказчиков выпускников. Для привлечения предприятий к участию в реализации ОП КТО были предложены следующие механизмы взаимодействия:

1) Предприятие – база практики студентов. Образовательной программой предусмотрено прохождение студентами следующих семи различных практик. Учебная практика (научно-исследовательская работа). Целью учебной практики является закрепление у студентов приобретенных теоретических знаний путем проведения научно-исследовательских работ и формирование исходных данных с помощью патентного поиска для выпускной квалификационной работы (магистерской диссертации). Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, в том числе технологическая практика). Для студента при прохождении производственной практики поставлена задача освоения основ научно-прикладных исследований путём решения практических научно-технических задач машиностроения, а также освоение методик проведения научно-исследовательских работ во всех их аспектах.

При прохождении производственных практик студент выполняет литературный обзор, проводит теоретическое и экспериментальное исследование по тематике реализуемого проекта и/или магистерской диссертации. Все этапы научно-исследовательской работы студентов заканчиваются семинарами, где они выполняют доклады о проведенной работе.

Все виды перечисленных видов практик вместе, а также каждую практику в отдельности, студент может проходить на машиностроительном предприятии, с которыми уже имеются заранее заключенные долгосрочные договоры. Если такого договора в вузе не имеется, например, это может быть возможным при обучении иногороднего студента, то в этом случае может быть заключен краткосрочный договор о прохождении практики с выбранным студентом предприятием.

При прохождении практики на предприятии студент имеет возможность выполнять работы с привязкой к собственному проекту или тематике исследовательских работ, а также реализовывать работы по тематике, пред-

ложенной предприятием, на базе которого осуществляется практика.

2) Предприятие – заказчик целевой подготовки студента с последующим его трудоустройством. При заключении таких договоренностей студент имеет не только гарантированное место работы по окончании обучения, но и материальную заинтересованность. Обозначенный трехсторонний договор подразумевает получение студентом дополнительной стипендии от предприятия, в дополнение к уже имеющейся в вузе. Поэтому на данную форму договоренностей охотно идут будущие выпускники.

В целевой подготовке имеется ряд дисциплин, продиктованных потребностями предприятия, которые из года в год могут корректироваться. Например, в перечне дисциплин целевой подготовки студентов для АО «АВТОВАЗ» 2020/2021 учебного года имеется дисциплина «Проектный менеджмент (на основе СТП 37.101.9813-2010)».

В перечне дисциплин целевой подготовки студентов для ООО «Рулевые системы» 2020/2021 учебного года имеется дисциплина «Требования APQP + знание IATF 16949:2016», где студенты знакомятся со спецификой системы качества продукции, которая внедрена на данном предприятии.

При целевой подготовке студенты выбирают тематику выпускной квалификационной работы, связанную с предприятием – будущим работодателем. Также стоит отметить, что при таком подходе реализуется дуальная подготовка студента.

3) Предприятие – заказчик результатов НИОКР. Ведущие предприятия реального сектора экономики региона, а также объединения работодателей могут выступать в роли заказчиков НИОКР, а также участвовать в экспертной оценке основных образовательных программ с применением практико-ориентированного подхода и принципа командной проектной организации учебного процесса; формулировать задачи для командной проектной работы студентов, предоставляя для этого необходимое для реализации оборудование, инструмент и прочее.

4) Предприятие – участник образовательного процесса. В рамках учебного плана ОП к реализации отдельных дисциплин привлекаются ведущие специалисты и руководители, являющиеся представителями предприятий из реального сектора экономики.

5) Предприятие – участник системы менеджмента качества образовательного процесса. К формированию темы и этапам разработки выпускной квалификационной работы привлекаются предприятия–партнеры. В настоящее время по заказам предприятий–партнёров ежегодно выполняются около 10 % ВКР по направлению КТО. Кроме того, некоторые сотрудники предприятий, в соответствии с требованиями федерального стандарта, входят в состав государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

6) Предприятие – участник всероссийских и международных объединений. В Тольяттинском государственном университете создано местное отделение Союза машиностроителей России. Официальное решение о создании местного отделения было принято на региональном совете Самарского регионального отделения ООО «СоюзМаш России» в начале июля 2019 года. Объединение Союз Машиностроителей в стенах Тольяттинского университета регулярно организует круглые столы для представителей различных машиностроительных предприятий, где происходит обсуждение насущных вопросов данной отрасли промышленности страны, что способствует развитию отношений вуза с предприятиями-участниками.

### Выводы

Таким образом, применение рассмотренных принципов при разработке ОП КТО с учетом современных реалий цифровизации позволило сделать следующие выводы:

1) Проектирование современной образовательной программы строится на передовых достижениях вуза в части реализации образовательных программ, и выстраивается передовая система управления вузом в привязке к современным тенденциям внедрения проектной деятельности в образовательный процесс, к новым инструментам привлечения предприятий–партнеров, и сетевого взаимодействия вузов и предприятий.

2) Предложена концептуальная модель построения новой образовательной программы, построенная на внедрении базового онлайн курса «Цифровые технологии производственных процессов», который по своей сути является связующим звеном при выстраивании курсов и модулей дисциплин программы. Такой подход не характерен для образовательных программ КТО отечественных вузов, также в них не просматривается принцип выстраивания дисциплин по этапам жизненного цикла продукта.

3) Разработана перекрестная схема согласования модулей дисциплин в процессе реализации образовательной программы с модулями онлайн курса «Цифровые технологии производственных процессов»

4) Предложена система инструментов для привлечения предприятий к реализации ОП, которая учитывает, что для предприятия и вуза будет оптимальна ситуация, когда программы развития обеих сторон накладываются друг на друга и (или) подготовлены в едином комплексном подходе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корнеев В.П., Чурсин А.А., Юдин А.В. Информационно-аналитическая система управления проектированием и созданием изделий с оптимизацией затрат // Вестник машиностроения. – 2020. – № 10. – С. 85–88.
2. Хрипунов Ю.В. Образовательная среда в области нанотехнологий – настоящий вызов // Наноиндустрия. – 2020. – Т. 13. – № 1 (94). – С. 8–15.
3. Каракозов С.Д., Худжина М.В., Борисов С.Б., Бутко Е.Ю. Организация взаимодействия вуза с работодателями при обучении студентов разработке и реализации ИТ-проектов // Информатика и образование. – 2019. – № 9 (308). – С. 20–28.
4. Грибанова-Подкина М.Ю. Информатизация планирования задач в проектной деятельности обучающихся // Информатика и образование. – 2019. – № 9 (308). – С. 37–46.
5. Шербина В.В., Попова Е.П. Вуз вне системы профессиональной подготовки специалистов как итог многолетних реформ Российского высшего образования // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Социология. – 2020. – Т. 20. – № 3. – С. 622–635.
6. Пономарева О.Н. Маркетинговые инновации как инструмент повышения эффективности научно-образовательного потенциала вуза // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 5 (135). – С. 64–67.
7. Питухин Е.А., Семенов А.А. Анализ межрегиональной мобильности выпускников школ при поступлении в высшие учебные заведения // Университетское управление: практика и анализ. – 2011. – № 3 (73). – С. 82–89.
8. Столбова И.Д., Александрова Е.П., Кочурова Л.В. Организация управления графическим образованием в условиях цифровизации // Информатика и образование. – 2019. – № 9 (308). – С. 47–55.

9. Герасименко В.В., Слепенкова Е.М. Трансформация методов и инструментов конкурентного анализа в условиях цифровой экономики // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2019. – № 6. – С. 126–146.
10. Dornberger R., Schwaferts D. Digital innovation and digital business transformation in the age of digital change // *New Trends in Business Information Systems and Technology*, 2021. – P. 1–13. DOI:10.1007/978-3-030-48332-6\_1. URL: [https://www.researchgate.net/publication/342784260\\_Digital\\_Innovation\\_and\\_Digital\\_Business\\_Transformation\\_in\\_the\\_Age\\_of\\_Digital\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/342784260_Digital_Innovation_and_Digital_Business_Transformation_in_the_Age_of_Digital_Change) (дата обращения: 21.08.2020).
11. Svistunov V.M., Kuzina G.P., Lobachev V.V. Features of organizational culture of russian companies transformation under conditions of digitalization // *Digital Economy and the New Labor Market: Jobs, Competences and Innovative HR Technologies*, 2021. – P. 221–229. DOI:10.1007/978-3-030-60926-9\_29. URL: [https://www.researchgate.net/publication/346299523\\_Features\\_of\\_Organizational\\_Culture\\_of\\_Russian\\_Companies\\_Transformation\\_Under\\_Conditions\\_of\\_Digitalization](https://www.researchgate.net/publication/346299523_Features_of_Organizational_Culture_of_Russian_Companies_Transformation_Under_Conditions_of_Digitalization) (дата обращения: 21.08.2020).
12. Tshimula J.M., Chikhaoui B., Wang S. A new approach for affinity relationship discovery in online forums // *Social Network Analysis and Mining*. – 2020. – № 10 (1). DOI:10.1007/s13278-020-00644-9. URL: [https://www.researchgate.net/publication/341921057\\_A\\_new\\_approach\\_for\\_affinity\\_relationship\\_discovery\\_in\\_online\\_forums](https://www.researchgate.net/publication/341921057_A_new_approach_for_affinity_relationship_discovery_in_online_forums) (дата обращения: 21.08.2020).
13. Putu Yulia Prawestri, Sudiarta I Gusti Putu Sudiarta, I Wayan Puja Astawa (2020). The effect of online discussion in blended learning on students' mathematical concept comprehension and attitude // *Journal of Physics Conference Series*. – 2020. – Vol. 1503. – P. 012–017. DOI:10.1088/1742-6596/1503/1/012017. URL: [https://www.researchgate.net/publication/343422681\\_The\\_Effect\\_of\\_Online\\_Discussion\\_in\\_Blended\\_Learning\\_on\\_Students'\\_Mathematical\\_Concept\\_Comprehension\\_and\\_Attitude](https://www.researchgate.net/publication/343422681_The_Effect_of_Online_Discussion_in_Blended_Learning_on_Students'_Mathematical_Concept_Comprehension_and_Attitude) (дата обращения: 21.08.2020).
14. Filatova O., Volkovskii D. The online discourse as a form of e-participation: The experience of internet discourse research // *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*. – New York: ACM Press: Association for Computing Machinery, 2020. – P. 326–333. DOI:10.1145/3428502.3428547.
15. Kreimeier D., Bakir D., Krückhans B., Rainfurth, C. Learning factory for resource efficiency – practical education in the context of resource efficiency // *Practical education in the context of resource efficiency*. – 2013. – № 18. – P. 47–50.
16. Nungsari M., Flanders S. Using classroom games to teach core concepts in market design, matching theory, and platform theory // *International Review of Economics Education*. – 2020. – № 35 (3). – P. 100–190. DOI:10.1016/j.iree.2020.100190.
17. Méndez-Cadena M.E., Crispín A.F., Vargas A.C., Ruiz P.B. De la representación social del cambio climático a la acción el caso de estudiantes universitarios // *Revista Mexicana De Investigacion Educativa*. – 2020. – Vol. 25 (87). – P. 1043–1068.
18. Максименко А.М. Управление вовлеченностью и удовлетворенностью трудом в проектной деятельности // *Стандарты и качество*. – 2019. – № 11. – С. 48–52.
19. Balatsky E.V., Ekimova N.A. Geopolitical meridians of world-class universities // *Herald of the Russian Academy of Sciences*. – 2019. – Vol. 89. – № 5. – С. 468–477.
20. Бугров Д.В. Пономарева О.Я., Федорова А.Э. Концептуальные вопросы развития кадрового потенциала университета // *Университетское управление: практика и анализ*. – 2016. – № 1 (101). – С. 17–29.
21. Коник Н.В., Голубенко О.А., Шутова О.А. Разработка системы измерения управленческих процессов вуза в условиях функционирования системы менеджмента качества // *Аграрный научный журнал*. – 2015. – № 10. – С. 83–86.
22. Белоцерковский А.В., Кожитов Л.В., Каплунов И.А., Скаковская Л.Н., Катаускайте Л.А., Бебенин В.Г. Система менеджмента качества как инструмент совершенствования деятельности университета (опыт Тверского государственного университета) // *Инновации*. – 2014. – № 6 (188). – С. 55–64.
23. Логинов Н.Ю., Левашкин Д.Г., Козлов А.А., Гуляев В.А. Образовательная модель проектно-ориентированной подготовки молодых специалистов инженерно-технических направлений в концепции Индустрия 4.0 // *Инженерное образование*. – 2018. – № 23. – С. 77–82.
24. Loginov N., Levashkin D., Kozlov A., Borovitskaya M., Gulyaev V. The Project-Oriented Educational Model for Training of Young Engineering Professionals on the Example of the Project “CNC-Team” // *Proceedings of the 2019 International Conference on Pedagogy, Communication and Sociology (ICPCS 2019)*. Series: *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. – 2019. – Vol. 315. – P. 78–81. URL: <https://www.atlantis-pess.com/proceedings/icpcs-19/125906997> (дата обращения: 21.08.2020).

Дата поступления: 27.08.2020

UDC 378.147.34

## DEVELOPMENT OF MASTER'S EDUCATIONAL PROGRAMS IN THE CONDITIONS OF HIGHER EDUCATION DIGITALIZATION

**Denis G. Levashkin**, Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
LevashkinD@gmail.com

**Dmitriy A. Rastorguev**, Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
rast\_73@mail.ru

**Nikolay Yu. Loginov**, Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
loginovnik@mail.ru

**Anton A. Kozlov**, Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
k.a.a80@bk.ru

**Vadim A. Gulyaev**, Cand. Sc., Associate Professor of Department of equipment and technologies of mechanical production,  
colmy@tltsu.ru

Togliatti State University,  
14, Belorusskaya str., Togliatti, 445020, Russia.

The paper outlines the design features of new educational programs in technical areas by universities in the context of society digitalization. It is shown that each university, being in individual market conditions, determines the content and structure of educational programs based on the analysis of the market requirements for graduates, the requirements of employers, an assessment of the dynamics of recruitment and employment of graduates. It is noted that the frequency of nomenclature updating of educational programs by universities, updating of curricula and discipline modules is important. Another determining factor is the policy of the university in terms of networking, the creation of collaborations and partnerships with other universities and enterprises. The overlapping effect on these processes is imposed by modern trends in the digitalization of key internal and external services that regulate the activities of all participants in this system.

The use of traditional approaches in the design of new educational programs (EP) today is less effective, primarily due to the fact that over the past 10 years the market for educational services of universities has grown significantly, some universities have become participants in a number of programs of the Ministry of Science and Higher Education - these are programs for obtaining the status of a research university, a flagship university of the region, and so on. Secondly, the changes also affected the focus of universities' work on entering certain rankings, obtaining statuses by universities, which has an impact on the creation of new EP, for example, as a tool to attract leading foreign and domestic scientists in the subject area. Thirdly, the policies of enterprises have changed, their increased interest in young specialists is observed, the demand for a set of basic competencies necessary for a young specialist to work at an enterprise has changed. In fact, the very set of competencies of a graduate, even within one educational program, is highly differentiated for each enterprise.

Based on this, the work summarizes the experience of developing an educational program in the direction of "Design and technological support of machine-building industries", based on modern digitalization technologies in the field of mechanical engineering.

**Key words:** educational program, master's degree, digitalization, online learning, educational course, discipline module, university, product life cycle, digital technologies.

### REFERENCES

1. Korneyenko V.P., Chursin A.A., Yudin A.V. Informatsionno-analiticheskaya sistema upravleniya proyektirovaniyem i sozdaniyem izdeliy s optimizatsiyey zatrat [Information and analytical management system for the design and creation of products with cost optimization]. *Vestnik mashinostroyeniya*. 2020, no. 10, pp. 85–88.

2. Khripunov Yu.V. Obrazovatel'naya sreda v oblasti nanotekhnologiy – nastoyashchiy vyzov [Educational environment in the field of nanotechnology is a real challenge]. *Nanoindustriya*. 2020, vol. 13, no. 1 (94), pp. 8–15.
3. Karakozov S.D., Khudzhina M.V., Borisov S.B., Butko E.Yu. Organizatsiya vzaimodeystviya vuza s rabotodatelayami pri obuchenii studentov razrabotke i realizatsii IT-proyektov [Organization of interaction between the university and employers in teaching students the development and implementation of IT projects]. *Informatika i obrazovaniye*. 2019, no. 9 (308), pp. 20–28.
4. Gribova-Podkina M.Yu. Informatizatsiya planirovaniya zadach v proyektnoy deyatel'nosti obuchayushchikhsya [Informatization of task planning in the project activity of students]. *Informatika i obrazovaniye*. 2019, no. 9 (308), pp. 37–46.
5. Shcherbina V.V., Popova E.P. Vuz vne sistemy professionalnoy podgotovki spetsialistov kak itog mnogoletnikh reform Rossiyskogo vysshego obrazovaniya [University outside the system of professional training of specialists as a result of many years of reforms in Russian higher education]. *Vestnik Rossiyskogo universiteta druzhby narodov. Seriya: Sotsiologiya*. 2020, vol. 20, no. 3, pp. 622–635.
6. Ponomareva O.N. Marketingovyye innovatsii kak instrument povysheniya effektivnosti nauchno-obrazovatel'nogo potentsiala vuza [Marketing innovations as a tool for increasing the effectiveness of the scientific and educational potential of the university]. *Agrarnyy vestnik Urala*. 2015, no. 5 (135), pp. 64–67.
7. Pitukhin E.A., Semenov A.A. Analiz mezhhregionalnoy mobilnosti vypusnikov shkol pri postuplenii v vysshiye uchebnyye zavedeniya [Analysis of interregional mobility of school graduates upon admission to higher educational institutions]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2011, no. 3 (73), pp. 82–89.
8. Stolbova I.D., Aleksandrova E.P., Kochurova L.V. Organizatsiya upravleniya graficheskimi obrazovaniyem v usloviyakh tsifrovizatsii [Organization of management of graphic education in the context of digitalization]. *Informatika i obrazovaniye*. 2019, no. 9 (308), pp. 47–55.
9. Gerasimenko V.V., Slepenskova E.M. Transformatsiya metodov i instrumentov konkurentnogo analiza v usloviyakh tsifrovoy ekonomiki [Transformation of methods and tools of competitive analysis in the digital economy]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika*. 2019, no. 6, pp. 126–146.
10. Dornberger R., Schwaferts D. Digital innovation and digital business transformation in the age of digital change. *New Trends in Business Information Systems and Technology*. 2021, pp. 1–13. DOI:10.1007/978-3-030-48332-6\_1. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/342784260\\_Digital\\_Innovation\\_and\\_Digital\\_Business\\_Transformation\\_in\\_the\\_Age\\_of\\_Digital\\_Change](https://www.researchgate.net/publication/342784260_Digital_Innovation_and_Digital_Business_Transformation_in_the_Age_of_Digital_Change) (accessed: 21.08.2020).
11. Svistunov V.M., Kuzina G.P., Lobachev V.V. Features of organizational culture of russian companies transformation under conditions of digitalization. *Digital Economy and the New Labor Market: Jobs, Competences and Innovative HR Technologies*. 2021, pp. 221–229. DOI:10.1007/978-3-030-60926-9\_29. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/346299523\\_Features\\_of\\_Organizational\\_Culture\\_of\\_Russian\\_Companies\\_Transformation\\_Under\\_Conditions\\_of\\_Digitalization](https://www.researchgate.net/publication/346299523_Features_of_Organizational_Culture_of_Russian_Companies_Transformation_Under_Conditions_of_Digitalization) (accessed: 21.08.2020).
12. Tshimula J.M., Chikhaoui B., Wang S. A new approach for affinity relationship discovery in online forums. *Social Network Analysis and Mining*. 2020, no. 10 (1). DOI:10.1007/s13278-020-00644-9. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/341921057\\_A\\_new\\_approach\\_for\\_affinity\\_relationship\\_discovery\\_in\\_online\\_forums](https://www.researchgate.net/publication/341921057_A_new_approach_for_affinity_relationship_discovery_in_online_forums) (accessed: 21.08.2020).
13. Putu Yulia Prawestri, Sudiarta I Gusti Putu Sudiarta, I Wayan Puja Astawa (2020). The effect of online discussion in blended learning on students' mathematical concept comprehension and attitude. *Journal of Physics Conference Series*. 2020, vol. 1503, pp. 012–017. DOI:10.1088/1742-6596/1503/1/012017. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/343422681\\_The\\_Effect\\_of\\_Online\\_Discussion\\_in\\_Blended\\_Learning\\_on\\_Students'\\_Mathematical\\_Concept\\_Comprehension\\_and\\_Attitude](https://www.researchgate.net/publication/343422681_The_Effect_of_Online_Discussion_in_Blended_Learning_on_Students'_Mathematical_Concept_Comprehension_and_Attitude) (accessed: 21.08.2020).
14. Filatova O., Volkovskii D. The online discourse as a form of e-participation: The experience of internet discourse research. *Proceedings of the 13th International Conference on Theory and Practice of Electronic Governance*. New York: ACM Press: Association for Computing Machinery. 2020, pp. 326–333. DOI:10.1145/3428502.3428547.
15. Kreimeier D., Bakir D., Krückhans B., Rainfurth, C. Learning factory for resource efficiency – practical education in the context of resource efficiency. *Practical education in the context of resource efficiency*. 2013, no. 18, pp. 47–50.
16. Nungsari M., Flanders S. Using classroom games to teach core concepts in market design, matching theory, and platform theory. *International Review of Economics Education*. 2020, no. 35(3), pp. 100–190. DOI:10.1016/j.iree.2020.100190.
17. Méndez-Cadena M.E., Crispín A.F., Vargas A.C., Ruiz P.B. De la representación social del cambio climático a la acción el caso de estudiantes universitarios [From the social representation of climate change to action the case of university students]. *Revista Mexicana De Investigacion Educativa [Mexican Journal of Educational Research]*. 2020, vol. 25 (87), pp. 1043–1068.

18. Maksimenko A.M. Upravleniye vovlechenostyu i udovletvorennostyu trudom v proyektnoy deyatel'nosti [Management of involvement and job satisfaction in project activities]. *Standarty i kachestvo*. 2019, no. 11, pp. 48–52.
19. Balatsky E.V., Ekimova N.A. Geopolitical meridians of world-class universities. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019, vol. 89, no. 5, pp. 468–477.
20. Bugrov D.V. Ponomareva O.Ya., Fedorova A.E. Kontseptualnyye voprosy razvitiya kadrovogo potentsiala universiteta [Conceptual issues of the development of the personnel potential of the university]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2016, no. 1 (101), pp. 17–29.
21. Konik N.V., Golubenko O.A., Shutova O.A. Razrabotka sistemy izmereniya upravlencheskikh protsessov vuza v usloviyakh funktsionirovaniya sistemy menedzhmenta kachestva [Development of a system for measuring the management processes of the university in the conditions of the functioning of the quality management system]. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal*. 2015, no. 10, pp. 83–86.
22. Belotserkovskiy A.V., Kozhitov L.V., Kaplunov I.A., Skakovskaya L.N., Katauskayte L.A., Bebenin V.G. Sistema menedzhmenta kachestva kak instrument sovershenstvovaniya deyatel'nosti universiteta (opyt Tverskogo gosudarstvennogo universiteta) [Quality management system as a tool for improving the university's activities (the experience of Tver State University)]. *Innovatsii*. 2014, no. 6 (188), pp. 55–64.
23. Loginov N.Yu., Levashkin D.G., Kozlov A.A., Gulyayev V.A. Obrazovatel'naya model' proyektno-oriyentirovannoy podgotovki molodykh spetsialistov inzhenerno-tekhnicheskikh napravleniy v kontseptsii Industriya 4.0 [Educational model of project-oriented training of young specialists in engineering and technical areas in the concept of Industry 4.0]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2018, no. 23, pp. 77–82.
24. Loginov N., Levashkin D., Kozlov A., Borovitskaya M., Gulyaev V. The Project-Oriented Educational Model for Training of Young Engineering Professionals on the Example of the Project "CNC-Team". *Proceedings of the 2019 International Conference on Pedagogy, Communication and Sociology (ICPCS 2019)*. Series: *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 2019, vol. 315, pp. 78–81. Available at: <https://www.atlantis-pers.com/proceedings/icpcs-19/125906997> (accessed: 21.08.2020).

Received: 27.08.2020

УДК 378.1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КАК СПОСОБ РАЗВИТИЯ СИСТЕМНОГО МЫШЛЕНИЯ

**Шейнбаум Виктор Соломонович**, кандидат технических наук, профессор кафедры машин и оборудования нефтяной и газовой промышленности, советник ректора, shvs@gubkin.ru

**Пятибратов Петр Вадимович**, кандидат технических наук, доцент, декан факультета разработки нефтяных и газовых месторождений, и. о. заведующего кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, rnm@gubkin.ru

Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, Россия, 119991, Москва, Ленинский пр-т, 65.

В прошедшем году решением министерства науки и высшего образования Российской Федерации обновлен перечень универсальных компетенций, которыми в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами третьего поколения (ФГОС 3++) должны овладеть выпускники бакалавриата. Под первым номером в этом перечне стоит компетенция «критическое и системное мышление». В статье излагается опыт Российского Государственного университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина по развитию этой компетенции в процессе междисциплинарного обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности, включающего проектирование ими деятельности по разработке виртуального месторождения нефти.

**Ключевые слова:** инженерная деятельность, проектирование, системное мышление, нефтяной промысел, жизненный цикл техники и технологий.

### Исходные посылки

Согласно ФГОС 3++ одним из требуемых результатов освоения студентами образовательной программы инженерного профиля является приобретение ими компетенций системного и критического мышления, командной работы и лидерства [1].

Еще недавно в фокусе подготовки инженерных кадров было проектное мышление – видение всего жизненного цикла проектируемой техники и технологий с пониманием генетической обусловленности результатов использования по назначению этих продуктов инженерной деятельности теми проектными решениями, которые принимаются на начальных стадиях в данном цикле – при определении целей и ключевых потребительских характеристик и параметров с учетом более высоких в сравнении с физическим изнашиванием темпов морального изнашивания современной техники. Сюда же включалось и понимание, что активно используемые уже 40 лет системы автоматизированного проектирования (САПР), компонентами которых являются подсистемы CAD/CAE/CAM (computer aided design/ computer aided engineering/ computer aided manufacturing) могут в полной мере реализовать свой потенциал в

части эффективности только в рамках концепции PLM (Product Lifecycle Management) и на базе единых цифровых платформ типа созданной в СПбГУ Петра Великого отечественной платформы «CML-Bench™», позволяющих осуществлять в автоматизированном режиме управление всем жизненным циклом техники и технологии вплоть до их утилизации. Более того, проектное мышление уже считается ограниченным без понимания сущности новой парадигмы проектной деятельности и управления проектами, основанной на «умных» цифровых двойниках (Smart Digital Twin) [2].

Теперь же уровень требований к новому поколению инженерных кадров поднимется на качественно более высокий уровень, поскольку системное мышление предполагает существенно более широкий горизонт видения инженерной деятельности как динамической полиструктурной, по выражению Г.П. Шедровицкого [3], мультипрофессиональной (чаще говорят мультидисциплинарной) системы разделения труда в ее взаимосвязях с другими видами профессиональной деятельности и, главное, неуклонно повышающей для человечества риски скорой технологической сингулярности [4].

Не счесть публикаций, посвященных сущности и развитию системного мышления. Среди работ обзорных, агрегирующих множественность аспектов этой темы, подходов к ее анализу, различных практик и достижений, в первую очередь, конечно же выделяется ставший бестселлером капитальный почти восьмисотстраничный труд А.Е. Левенчука «Системное мышление», предлагаемый автором в качестве учебника для вузов [5].

Не претендуя на какой-либо вклад в теорию вопроса, мы в настоящей статье изложим опыт Губкинского университета в развитии системного мышления у студентов с помощью уже известной академическому сообществу технологии междисциплинарного обучения студентов в виртуальной среде профессиональной деятельности [6].

Конкретно речь пойдет о проектировании разработки виртуального нефтяного месторождения. Разработка месторождений полезных ископаемых – это мультидисциплинарная инженерная деятельность, в которой задействованы специалисты в разных областях. Это геология нефти и газа и нефтегазовая геофизика, бурение многокилометровых по протяженности скважин, геолого-гидро- и термодинамическое моделирование залежей углеводородов, технологии их добычи и подготовки к транспортировке, технологии производства и применения специальных химических реагентов, инженерная механика, энергетика, автоматизация производственных процессов и еще полдюжины областей. А продуктом проектирования данной деятельности является проект создания ее специфической организованности – предприятия, именуемого нефтяным промыслом, которое должно реализовывать технологические процессы по извлечению углеводородов из залежей на поверхность в течение ряда лет, иногда и полувека.

Логику, которой мы руководствовались в своей работе, раскрывает подход к познавательной деятельности знаменитого физика, нобелевского лауреата Ричарда фон Неймана, который говаривал, что он способен понять что-либо, когда ему ясно, как это построить [7]. В этой логике способность проектировать (иначе говоря, описать в определенной семиотической системе как построить) деятельность по освоению месторождения углеводородов означает для нас наличие способности мыслить системно.

При этом наше онтологическое представление о проектировании профессиональной деятельности сложилось из следующих «трех источников и составных частей». Это, во-первых, энциклопедическое определение деятельности как «формы активного отношения людей к окружающему миру, существо которого составляет его целесообразное изменение в их интересах» [8]. Во-вторых, понимание проектирования, данное известным польским праксиологом В. Гаспарским и гласящее, что «проектирование – это информационная подготовка действия, направленного на изменение реальности» [9], и, в-третьих, изложенная в многочисленных публикациях и лекциях П.Г. Шедровицкого аргументация в пользу того, что социальная, в том числе и профессиональная деятельность – это система разделения труда [10]. Этой аргументацией П.Г. Шедровицкий развивает идеи уже упомянутого выше выдающегося философа второй половины XX столетия Г.П. Шедровицкого, писавшего, что «система человеческой социальной деятельности оказывается полиструктурной, то есть состоит из многих, как бы наложенных друг на друга структур, а каждая из них в свою очередь состоит из множества частных структур, находящихся в иерархических отношениях друг с другом» [3].

Таковой, разумеется, является и инженерная деятельность. Ее можно рассматривать в целом, глобально, образно говоря, в большой телескоп из космоса. А можно – в микроскоп, исследуя деятельность конкретного субъекта – индивидуального предпринимателя, малого предприятия, отдельной инженеринговой компании – своего рода молекул той субстанции, которой является для нас инженерная деятельность.

И здесь главное в том, что коль скоро мы встали на точку зрения, что инженерная деятельность есть сложная система, что ее можно изучать, исследовать, изменять, иначе говоря управлять ею – начинать, прекращать, расширять, улучшать, запрещать – мы не можем не признать, что ее можно планировать, программировать и проектировать.

Человеческая деятельность рекурсивна. Она сама себя изменяет, развивает. Она по определению целенаправлена. А целеполагание есть первый акт проектирования деятельности.

Инженерная деятельность по отношению ко всем другим видам человеческой деятель-

ности, поставляя им инструментарий – технические средства и технологии, выступает как особая сфера услуг, а зачастую как встроенная, «проросшая» в них подсистема (цеха и фабрики декораций в театрах и киностудиях, инженерные службы в образовательных учреждениях, спортивные комплексы и т. д.). Без системного мышления спроектировать сложную систему, обслуживающую другие системы, очевидно, невозможно в принципе.

Необходимо при этом подчеркнуть принципиальное отличие понятий деятельности и профессиональной деятельности. В числе критических замечаний, полученных одним из авторов 20 лет назад после выхода в свет первого издания книги «Методология инженерной деятельности», рекомендованной в качестве учебного пособия для студентов вузов нефтегазового профиля, было и такое: деятельность – это имманентно присущая Homo Sapiens форма его бытия, его сущностная особенность как биологического вида, и поэтому проектировать ее как таковую – это бессмысленно в той же мере, в какой бессмысленно проектировать дыхание, прием пищи, говорение.

Разумеется, с этим не поспоришь. Однако никто не будет оспаривать, что «правильное» дыхание можно программировать и проектировать, «правильный» прием пищи и «правильное» говорение (уже даже на уровне произнесения отдельных букв) тоже можно программировать и спроектировать. Иначе говоря, также, как нормируются обществом и реализуются представления о здоровом/«правильном» образе жизни человека, так нормируются и профессиональные деятельности людей. Человеческая практика, наука, инже-

нерия формулируют эти нормы, как правило, достаточно размытые, меняет их со временем, порою кардинально, и вырабатывают рецепты (а это уже проектный документ), как и с помощью чего поддерживать эти деятельности, и масштабные, и на уровне небольших организаций в русле нормативов, и не просто поддерживать, но совершенствовать (улучшать, повышать продуктивность и эффективность и т. д.).

### Концептуальное проектирование деятельности по разработке нефтяного месторождения

Нефтяной промысел как предприятие встроено в полиструктурную динамическую систему *разделения труда*, которую можно отобразить следующей схемой (рис. 1).

О каждой отдельной деятельности на данной схеме и деятельности в целом по проектированию нефтяного промысла как специфического предприятия можно получить целостное, системное представление, имея описание следующих ее основных атрибутов (рис. 2):

- предмет деятельности;
- среда деятельности;
- цели и критерии оценки деятельности, их первооснова (ценности, потребности);
- объекты деятельности;
- субъекты деятельности;
- средства (ресурсы, инфраструктура) деятельности, их источники (поставщики);
- процесс деятельности, ее жизненный цикл: стадии, этапы (цепочки формирования добавленной стоимости), их содержание, длительности, причинно-следственные связи;
- способы (технологии), организованности (функциональная и морфологическая

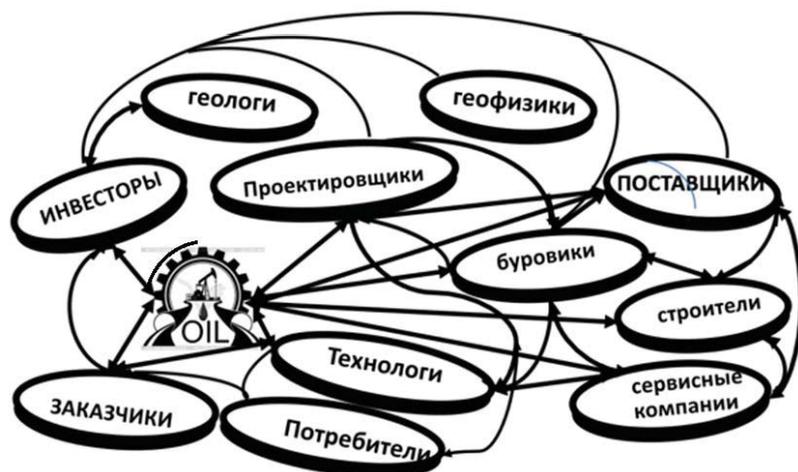


Рис. 1. Основные субъекты деятельности по освоению месторождений  
Fig. 1. The main actors in the development of deposits



Рис. 2. Онтологическая схема инженерной деятельности  
Fig. 2. Ontological scheme of engineering activity

структура, целостность, эмерджентность, открытость, изменчивость);

- результаты (продукты) деятельности, их потребители.

В курсе методологии инженерной деятельности, читаемом параллельно с тренингами междисциплинарных команд студентов по проектированию разработки учебного нефтяного месторождения, и оперативному управлению им подробно рассматривается каждый из этих атрибутов в их увязке с цивилизационным развитием человечества, в частности, с происходящей в настоящее время очередной промышленной революцией и формированием нового технологического уклада. Особо подчеркивается, что инженерная деятельность отнюдь не тождественна деятельности инженеров, как это трактуется в целом ряде книг, адресованным и рекомендуемым студентам вузов. В этом же контексте обсуждаются вопросы включения в систему разделения труда при проектировании деятельности по освоению ресурсов углеводородов искусственного интеллекта, придания ему «ограниченной в правах» субъектности.

Всякая профессиональная деятельность конституируется через организованность. В современной инженерной деятельности этими организованностями являются корпорации, инжиниринговые центры, компании, заводы, фабрики, верфи, мастерские, конструкторские бюро, проектные институты, стройки, шахты, прииски, промыслы, депо,

предприятия ЖКХ, автосервиса, артели, фабрики-кухни, ателье и тому подобное. В принципе, инженерной деятельностью могут заниматься и индивидуальные предприниматели с помощниками и даже без них. Тем не менее и в этом случае наличествует разделение труда: в этой деятельности функции проектировщика целиком или частично, как правило, берет на себя заказчик, предприниматель, как бы через аутсорсинг, пользуется услугами охранников, уборщиков, перевозчиков и т. д.

В каждой деятельности как системе можно выделить управляющую и управляемые подсистемы (блоки, модули). На рис. 2 важные функции управления, наличествующие в инженерной деятельности и осуществляемые в рамках ее организованности (управление портфелем заказов и выбор цели, управление информационными потоками, управление поставками, движением средств, включая финансовые, и ресурсов, включая кадровые, управление персоналом, в частности, рекрутинг, повышение квалификации, мотивирование работников, управление сбытом посредством PR и торговли, управление портфелем заказов) отображают стрелки.

Если продукт инженерной деятельности нов в том смысле, что ранее подобные продукты никем не производились, и к тому же востребован, можно говорить о создании нового вида инженерной деятельности. Ее новизна может иметь глобальный характер, а может относиться к отдельному региону. Этот

факт в данном контексте несущественен. Ракетостроение как отрасль промышленности появилось до С.П. Королева, но руководимые им отечественные предприятия создали первый в мире пилотируемый космический корабль. И день 12 апреля 1961 года, когда Ю.А. Гагарин совершил на таком корабле первый полет в космос, стал днем рождения нового вида деятельности – космонавтики. Нам представляется, что каждый стартап – это зародыш нового вида деятельности.

Теоретики предпринимательской деятельности широко используют понятие бизнес-модели, которое кратко может быть определено как концептуальное описание предпринимательской деятельности, в том числе связанной с добычей нефти и газа. А это значит, что разработку такой модели правомерно рассматривать как концептуальное проектирование предпринимательской деятельности.

На простейших примерах инженерной деятельности (рис. 3) студенты учатся анализировать ее по приведенной выше схеме, а затем выполняют упражнения по пополнению банка подобных примеров с их описанием.



**Рис. 3.** Двухсубъектная деятельность. Один из грузчиков – директор предприятия, бухгалтер и водитель в одном лице

**Fig. 3.** Two-subject activity. One of the movers is the director of the enterprise, accountant and driver in one person

Главный же проект, который они выполняют, – концептуальный проект разработки месторождения, который требуется для участия в тендере на получение лицензии. Цель той части проекта, которая поручается студентам, – получение необходимых исходных данных для создания коммерческого предприятия, именуемого нефтяным промыслом, которое должно с привлечением субподрядчиков реализовать весь комплекс работ по освоению месторождения и обеспечению рентабельной нефтедобычи в течение его жизненного цикла.

Суть работы создаваемой ими самими междисциплинарной проектной команды – в анализе возможных вариантов и выборе

рациональной системы разработки месторождения, или, иными словами, комплекса взаимосвязанных инженерных решений, конкретизирующих объект и технологии разработки, а именно физико-химические характеристики добываемой нефти, методы воздействия на продуктивный пласт, количество, соотношение и расположение добывающих и нагнетательных скважин, способы управления разработкой, состав оборудования для подготовки нефти к транспортировке потребителям, проектные технологические и экономические показатели, меры по охране недр и окружающей среды. Проектные решения должны учитывать интересы недропользователя и государства, в упрощенном варианте выражающиеся в соответствующих дисконтированных доходах обеих сторон и определяемые комплексным интегральным показателем [11].

Именно эти решения определяют функциональную и организационную структуру промысла, необходимые компетенции персонала, штатные расписания подразделений, должностные обязанности, требуемый фонд оплаты труда – одним словом, всю ту систему разделения труда, которая обеспечит экономически эффективное освоение месторождения.

Выполняется данный проект в рамках новой, не имеющей аналогов в высшей школе страны дисциплины «Проектирование разработки месторождений в виртуальной среде профессиональной деятельности», предусмотренной в учебных планах студентов, обучающихся в бакалавриате по направлениям нефтегазовое дело, экономика, химическая технология, а также на специальностях «технология геологической разведки и прикладная геология». В организации работы по проекту определяющими два фактора: с одной стороны, это необходимость ее распараллеливания для решения членами команды своих узкопрофильных инженерных задач, это к примеру, интерпретация геофизических исследований скважин, построение геологической модели месторождения или расчет технологических показателей разработки, с другой стороны, необходимость регулярного взаимодействия и решения междисциплинарных задач, требующих коллективной мыследеятельности проектной команды.

В соответствии с этим, работа по проекту ведется на нескольких кафедрах, где их сту-

денты – исполнители проекта – решают профильные задачи и при этом имеют возможность консультироваться у своих научных руководителей, а также в Центре управления разработкой месторождений (ЦУРМ) – ситуационном центре (рис.4), где под руководством главного инженера проекта (ГИП) проводятся совещания-сессии проектной команды для обсуждения текущего статуса проекта, рассмотрения и утверждения проектных решений, значимых для всех или нескольких ее членов, и уточнения последующих работ.

ГИПом – руководителем проектной команды назначается один из ведущих преподавателей кафедры разработки и эксплуатации нефтяных месторождений, а функции ответственного исполнителя (ОИП) – лидера проекта – возлагаются на студента 4 курса этой кафедры. ГИП излагает ему основную цель проекта, определяет сроки его выполнения, предоставляет необходимые исходные данные.

Первое поручение ГИП, которое ответственный исполнитель должен выполнить, включает подготовку предварительных предложения, касающихся способа выполнения проектного задания, то есть декомпозиции и своего видения дерева целей проекта, содержания и структуры необходимых работ, соответствующих принятому в нефтедобыче разделению труда в проектной деятельности, составу проектной команды.

После обсуждения представленных ОИП предложений, их корректировки (при необходимости) и утверждения ГИПом, на кафедры, студенты которых должны войти в проектную команду, направляются соответствующие предложения, а также результаты уже проделанной ОИП работы.

На все это отводится первые полторы недели 8-го семестра. Повестка последующих двух встреч в ЦУРМе сформированной проектной команды включает обсуждение предложенного ОИП дерева целей проекта, дорожной карты его выполнения, роли и места каждого участника в общей работе команды, организации их взаимодействия.

Проектирование – итерационный процесс, каждая отдельная проектная процедура может в итоге потребовать корректировки а нередко и пересмотра предыдущих проектных решений. В одну из задач ГИП как модератора совместных совещаний-сессий членов проектной команды входит наряду с констатацией неизбежности подобных «петель» в проекти-

ровании, организация коллективной рефлексии студентов относительно причины каждой итерации.

Это очень важный момент в развитии у них системного мышления. Из года в год при реализации междисциплинарного проектирования разработки виртуальных месторождений повторяется ситуация, когда студенты, участвовавшие в проекте, изначально полагают, что их задача как проектировщиков состоит исключительно в том, чтобы а) получить исходные данные от руководителя или тех коллег, кто выполнял работы предыдущего этапа, б) решить поставленную им задачу и защитить результаты, в) передать их тем, кто запросит. На этом свою роль в проекте они считают исчерпанной. При этом цель всего проекта им представляется весьма абстрактной, значимой лишь для тех, кто выполняет работы завершающего этапа, по их мнению это, как правило, это экономисты. Главное для них – получить подтверждение от ГИПа, что, решая свои задачи, они получили правильный результат. И только в процессе командной работы над проектом, регулярных итераций приходит понимание многовариантности их правильных результатов, что конечный результат проекта формируется как непросто достигаемый компромисс между всеми членами команды, и, более того, что проектные решения, обеспечившие команде победу в тендере на получения лицензии, вполне возможно, придется пересматривать на этапе реализации проекта.

Параллельно с работой в проектом, в определенном с дорожной картой, режиме в ЦУРМе для участников проектной команды проводятся занятия-консультации по использованию в их работе современных инструментальных средств проектной деятельности в нефтедобыче: программных продуктов в области трехмерного геолого-термогидродинамического моделирования, проектирования систем сбора и подготовки продукции, проектирования строительства скважин, подбора внутрискважинного оборудования, в том числе Petrel, Eclipse, Pipesim (Schlumberger), IRAP RMS (Rohar), ПК «Инженерные расчеты строительства скважин» («Бурсофтпроект»), Автотехнолог (РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина), SubPUMP, PERFORM (IHS).

На рис. 4 представлен слайд с примером основных проектных решений, принятых одной из междисциплинарных команд в ходе выполнения проекта.



Рис. 4. Примеры решений, принятых одной из междисциплинарных команд в ходе выполнения проекта  
 Fig. 4. Examples of decisions made by one of the interdisciplinary teams during the project

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телешова И.Г. ФГОС ВО 3++. Примерные программы: содержание, принципы разработки. URL: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=69133&p=attachment> (дата обращения: 05.09.2020).
2. Боровков А.И., Рябов Ю.А., Марусева В.М. Новая парадигма цифрового проектирования и моделирования глобально конкурентоспособной продукции нового поколения // Цифровое производство: методы, экосистемы, технологии. – МШУ СКОЛКОВО. – 2018. – С. 24–44.
3. Шедровицкий Г.П. Исходные представления и категориальные средства теории деятельности. URL: <https://fondgp.ru/publications/%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%B8-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB/> (дата обращения: 05.09.2020).
4. Назаретян А.П. Кошмары и надежды сингулярности (заметки к дискуссии) // Историческая психология и социология истории. – 2018. – № 2. – С. 113–123.
5. Левенчук А.Е. Системное мышление. – М.: Ridero, 2020. – 800 с.
6. Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В., Сарданашвили С.А. Реализация междисциплинарного обучения в виртуальной среде проектной и производственной деятельности // Инженерное образование. – 2014. – № 14. – С. 5–11.
7. Бурцев М.С. Что могут нейронные сети и как они изменят нашу жизнь // Коммерсант. – 2017. URL: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiF7-e5z4HtAhVopYsKHBemCJwQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kommersant.ru%2Fdoc%2F3495930&usq=AOvVaw1DyXDCv2bvexleakY6NxW> (дата обращения: 05.09.2020).
8. Философский энциклопедический словарь – М.: ИНФРА-М, 2003. – 575 с.
9. Гаспарский В. Системная методология. Некоторые замечания о ее природе, структуре и применение // Системные исследования. Ежегодник. – М.: Наука, 1977. – С. 48–60.
10. Шедровицкий П.Г. Вызовы III промышленной революции инженерному вузу. Лекция в РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина. URL: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (дата обращения: 05.09.2020).
11. «Об утверждении Правил подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья» (Зарегистрировано в Минюсте России 02.10.2019 N 56103). Приказ Минприроды России от 20.09.2019 N 639. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_334817/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334817/) (дата обращения: 05.09.2020).

Дата поступления: 10.09.2020

## DESIGNING ENGINEERING ACTIVITIES AS A WAY TO DEVELOP SYSTEM THINKING

**Victor S. Sheinbaum,**

Cand. Sc., Professor of the Department of Machines and Equipment of the Oil and Gas Industry, Advisor to the Rector, shvs@gubkin.ru

**Petr V. Pyatibratov,**

Cand. Sc., Associate Professor, Dean of the Faculty of Oil and Gas Fields Development, Acting Head of the Department of Development and Operation of Oil Fields, rnm@gubkin.ru

National University of Oil and Gas «Gubkin University»,  
65, Leninsky ave., Moscow, 119991, Russia.

Last year, by the decision of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the list of universal competencies was updated, which, in accordance with the Federal State Educational Standards of the third generation (FSES 3 ++), must be mastered by undergraduate graduates. The first number in this list is the competence “critical and systems thinking”. The article describes the experience of the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin on the development of this competence in the process of interdisciplinary training of students in a virtual environment of professional activity, including the design of activities for the development of a virtual oil field.

**Key words:** engineering activity, design, systems thinking, oil field, life cycle of equipment and technologies.

## REFERENCES

1. Teleshova I.G. *FGOS VO 3++*. *Primernyye programmy: sodержaniye, printsipy razrabotki* [Teleshova I.G. FGOS VO 3 ++. Sample programs: content, principles of development]. Available at: <https://www.econ.msu.ru/sys/raw.php?o=69133&p=attachment> (accessed: 05.09.2020).
2. Borovkov A.I., Ryabov Yu.A., Maruseva V.M. *Novaya paradigma tsifrovogo proyektirovaniya i modelirovaniya global'no konkurentosposobnoy produktsii novogo pokoleniya* [A new paradigm of digital design and modeling of globally competitive products of a new generation]. *Tsifrovoye proizvodstvo: metody, ekosistemy, tekhnologii*. MshU SKOLKOVO, 2018, pp. 24–44.
3. Shchedrovitskiy G.P. *Iskhodnyye predstavleniya i kategorialnyye sredstva teorii deyatel'nosti* [Initial concepts and categorical means of the theory of activity]. Available at: <https://fondgp.ru/publications/%D0%B8%D1%81%D1%85%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5-%D0%B-F%D1%80%D0%B5%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%B2%D0%B-B%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D0%B8-%D0%BA%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B0%D0%BB/> (accessed: 05.09.2020).
4. Nazaretyan A.P. *Koshmary i nadezhdy singulyarnosti (zametki k diskussii)* [Nightmares and hopes of the singularity (notes for discussion)]. *Istoricheskaya psikhologiya i sotsiologiya istorii*. 2018, no. 2, pp. 113–123.
5. Levenchuk A.E. *Sistemnoye myshleniye* [Systems thinking]. Moscow, Ridero, 2020. 800 p.
6. Martynov V.G., Sheynbaum V.S., Pyatibratov P.V., Sardanashvili S.A. *Realizatsiya mezhdistsiplinarnogo obucheniya v virtualnoy srede proyektnoy i proizvodstvennoy deyatel'nosti* [Implementation of interdisciplinary training in a virtual environment of design and production activities]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2014, no. 14, pp. 5–11.
7. Burtsev M.S. *Chto mogu neyronnyye seti i kak oni izmenyat nashu zhizn* [What can neural networks do and how they will change our lives]. *Kommersant*. 2017. Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKE-wiF7-e5z4HtAhVopYsKHBemCJwQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.kommersant.ru%2Fdoc%2F3495930&usq=AOvVaw1DyXDcV2bvexleakY6NxW> (accessed 05.09.2020).
8. *Filosofskiy entsiklopedicheskiy slovar* [Philosophical Encyclopedic Dictionary]. Moscow, IN-FRA-M, 2003. 575 p.
9. Gasparskiy V. *Sistemnaya metodologiya. Nekotoryye zamechaniya o yeye prirode, strukture i primeneniye* [System methodology. Some remarks about its nature, structure and application]. *Sistemnyye issledovaniya. Yezhegodnik*. Moscow, Nauka, 1977, pp. 48–60.
10. Shchedrovitskiy P.G. *Vyzovy III promyshlennoy revolyutsii inzhenernomu vuzu. Lektsiya v RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina* [Challenges of the III industrial revolution to an engineering

university. Lecture at the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I.M. Gubkin]. Available at: <https://gubkin.ru/general/structure/cic/orp/Shablon/Shchedrovitsky%20P.%20G.%20Lecture%2030.05.2016.pdf> (accessed: 05.09.2020).

11. *“Ob utverzhdenii Pravil podgotovki tekhnicheskikh proyektov razrabotki mestorozhdeniy uglevodorodnogo syrya”* (Zaregistrirvano v Minyuste Rossii 02.10.2019 N 56103) [“On approval of the Rules for the preparation of technical projects for the development of hydrocarbon deposits” (Registered with the Ministry of Justice of Russia on 02.10.2019 N 56103)]. Prikaz Minprirody Rossii ot 20.09.2019 N 639. Available at: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_334817/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_334817/) (accessed: 05.09.2020).

Received: 10.09.2020

УДК 378.147

## ОПЫТ КОМАНДНОГО ПРОЕКТНО-РОЛЕВОГО ОБУЧЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЮ

**Чернышев Станислав Андреевич<sup>1,2</sup>,**

кандидат технических наук, доцент кафедры интеллектуальных систем и защиты информации; доцент кафедры информатики,  
chernyshev.s.a@bk.ru

- <sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Россия, 191186, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская 18.
- <sup>2</sup> Санкт-Петербургский государственный экономический университет, Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая 21.

В статье описывается опыт применения командного проектно-ролевого обучения программированию студентов. Цель данного подхода – обучить студентов работать над проектами различной сложности в составе команды при выполнении каждым из ее членов одной из дополнительных ролей: менеджер, программный архитектор или тестировщик. Это формирует у студентов представление о минимальном составе команды, необходимом для разработки программных продуктов и систем, распределении обязанностей, самом процессе и важности написания технического задания, методики приемо-сдаточных испытаний, используемых инструментов для управления проектами и т. д. Для отслеживания результатов продвижения команды по проекту, автор предлагает использовать сервисы GitHub и Trello, а также еженедельные презентации по проекту каждой из команд с проверкой соответствия кодовой базы проекта и состояния среды командного взаимодействия представляемой презентации. Использование таких инструментов позволяет производить оценку как команды в целом, так и каждого из студентов в частности. Также рассматриваются существующие достоинства, недостатки и возможные проблемы, с которыми предстоит столкнуться при использовании данного подхода обучения студентов программированию. При этом, реализованные проекты могут использоваться как портфолио при поиске работы, либо в качестве основы для выпускной квалификационной работы. Среди существующих недостатков особенно выделяется требование к уровню компетенций самого преподавателя, так как это непосредственно влияет на сам результат использования командного проектно-ролевого обучения программированию.

**Ключевые слова:** командное проектно-ролевое обучение, проект, программирование, управление проектами, образование

### Введение

Постоянно возрастающие потребности рынка информационных технологий в разработчиках программных продуктов привели к тому, что на уровне федеральных средств массовой информации начали говорить о их нарастающем дефиците [1, 2]. При этом на специализированных форумах все чаще стали появляться публикации о проблемах высшего образования в России при подготовке it-специалистов [3–5]. В ряде случаев доходит до того, что студенты сами берут на себя инициативу и проводят мероприятия, где рассказывают другим студентам о реально применяющихся технологиях на рынке: «У нас был кое-какой опыт разработки приложений и мы умели в актуальные технологии в IT. Большинству из них не учат в универе, по крайней мере в нашем, и нас это не устраивало. Мы хотели, чтобы перваки, которые ещё не определились, нашли себя. Предмет «Введение в направление», им в этом не помогал, а на деле

оказался пересказом учебного плана с пачкой пассивной агрессии от преподавателя» [6].

Там же можно встретить от работающих в it-сфере преподавателей анализ ситуации, которая складывается в современном образовательном процессе [7, 8], ее возможные пути развития или решения.

В столичных учебных заведениях или университетах, которые входят в первые 50 позиций рейтинга Forbse [9] основную задачу по подготовке качественных специалистов взяли на себя кафедры, которые открываются под патронажем компаний, действующих на рынке информационных технологий или в кооперации с ними. К сожалению, количество специалистов, которые эти кафедры способны обучить, ограничено и их основная целевая функция – покрыть дефицит начинающих it-специалистов в самих компаниях. А что делать остальным компаниям, у которых нет средств для выстраивания аналогичного подхода? Или ВУЗам, на которые it-гиганты не об-

рашают свое внимание, но они также занимаются подготовкой it-специалистов?

Для начала необходимо признать тот факт, что система образования в её текущем виде и то, как организован процесс обучения таких специалистов в большинстве высших учебных заведениях страны, не справляются. Выпускаемые it-специалисты должны обладать рядом актуальных компетенций для рынка. К сожалению, в ФГОС ВО 3++ универсальные, профессиональные и общепрофессиональные компетенции, а также требования к формированию умений применять знания на практике, сформулированы в слишком общем виде. Отчасти это связано с тем, что за период обучения одного студента в компаниях, которые разрабатывают программные продукты, может несколько раз смениться стек используемых технологий. Так, например, в области front-end разработки, в течение полугодия может выйти новый фреймворк или библиотека, которые начнут активно использоваться. В соответствии с этим, образовательная программа ВУЗа должна проявлять сверх-мобильность и подстраиваться под постоянно меняющиеся тенденции it-индустрии.

Одним из инструментов, позволяющих студентам в процессе обучения нарабатывать актуальные для рынка компетенции является проектное обучение, которое уже длительное время применяется во многих странах мира [10–14] и активно внедряется в образовательный процесс в России [15–19]. Самые наилучшие результаты этот метод приносит при его использовании в процессе подготовки специалистов, чья профессиональная деятельность будет в последующем связана с проектной формой работы [18].

Целью данной статьи является обобщение, наработанного за последние 3 года, опыта автора командному проектно-ролевому обучению разработке программных продуктов с использованием актуального стека технологий. Проблем, с которыми пришлось столкнуться и используемых инструментов для управления сформированными в процессе обучения командами.

### **Подготовительная работа**

В том случае, если студенты еще не изучали ни одного языка программирования или не имеют достаточной компетенции в написании кода, первоочередной задачей является их предварительная подготовка. Для этого

используется традиционный подход с лекциями и практическими работами, в дополнении к которому студенты решают задачи по программированию на таких сервисах, как: Codewars [20], LeetCode [21], Stepik [22] и Яндекс.Контест [23]. Основная цель этого этапа – автоматизация навыков кодирования: циклы, ветвления, работа со структурами данных и т. д., чтобы не было необходимости при постановке простейших задач искать решение в интернете. На изучение базовых конструкций языка, структур данных и способов работы с ними отводится 2–3 месяца.

После этого студентам дается два индивидуальных проекта: калькулятор и список дел (ToDo). На каждый из этих проектов максимум отводится по две недели. По результатам их выполнения преподаватель формирует списки, разделяя студентов по ряду критериев: мотивированность, успеваемость, опыт написания кода и т. д.

Дополнительно, к оцениванию студенческих работ преподавателем используется метод анонимной перекрестной проверки (cross-check) студентами друг друга. Проверяется только конечный результат – само приложение без исходного кода, то, насколько им удобно пользоваться, наличие базового и дополнительного функционала. Важным при этом условием является донести до студентов, что эта проверка не влияет на оценку, выносимую преподавателем, чтобы у них не возникло желание «завалить» друг друга. При этом выполнять проверку могут даже те студенты, которые еще не выполнили задание. Это позволяет им взять для своих реализаций заинтересовавший их функционал и мотивировать на скорейшее завершение собственного проекта.

### **Способ организации команд и распределение ролей**

Исходя из сложности назначаемого или выбираемого проекта команда состоит из двух или трех человек. Основное условие – вне зависимости от назначаемой дополнительной роли все участвуют в написании кода программного проекта, то есть базовая роль каждого студента в проекте – программист.

В команде из двух человек, одному из них дополнительно назначается роль менеджера, а второму – программного архитектора. При этом каждый из них должен участвовать в написании тестового окружения для проекта.

При наличии в команде трех человек, выделяются следующие роли: менеджер, программный архитектор, тестировщик.

Менеджер отвечает за постановку, декомпозицию и распределение задач, а также следит за тем, чтобы задачи были выполнены в обозначенные сроки и постоянно актуализирует их статус, переключается на помощь другим участникам команды, если у тех возникли трудности. Программный архитектор продумывает из каких классов и модулей будет состоять проект, как они будут взаимодействовать между собой и т. д. Тестировщик пишет тесты к коду проекта и поддерживает их в актуальном состоянии.

По результатам оценивания подготовительного этапа студенты делятся на три категории:

1. Целеустремленные (ЦУ) – студенты, показавшие результат выше среднего по итогам первого этапа.
2. Неуверенные (Н) – студенты, которые показали приемлемый результат, но в их ответах и структуре проекта видна неуверенность в своих силах.
3. Бездельники (Б) – студенты, целенаправленно не выполнявшие задания первого этапа.

В первых проектах, где преподаватель сам назначает студентов по командам, идеальным вариантом является состав из двух целенаправленных и одного неуверенного, а бездельников лучше вообще не привлекать к командно-проектной работе, оставив на традиционном варианте обучения (лабораторные/практические работы). В случае небольшого количества ЦУ-студентов команды можно распределить следующим образом: 1 ЦУ и 2 Н, либо 1 ЦУ и 1 Н.

«Бездельники», как показывает опыт, являются деструктивным элементом и стараются всеми силами переложить свои обязанности на других членов команды. Порой доходит даже до того, что в этом стремлении перестают поддерживать хоть какую-то связь с командой.

Начиная с 3-го или 4-го проекта у студентов появляется возможность самим сформировать команду для проекта.

### Выбор проектов и их типы

Проекты делятся на два типа:

- инженерные (для бакалавров);
- инженерно-исследовательские (для магистров).

Первые два или три проекта назначаются команде из студентов бакалавриата преподавателем, у них имеются четкие требования по срокам, функционалу разрабатываемого программного обеспечения и условиям оценивания. 70–75 % времени, отводимого для проекта, отдаются на написание кода, а 20–25 % на документацию и отчетность. С каждым последующим проектом время, отводимое на документацию, должно увеличиваться, но не более чем до 40 %.

Начиная с 3-го или 4-го проекта у студентов бакалавриата имеется возможность самим предложить проект или выбрать из списка, который предоставляет преподаватель. Если это их первый самостоятельный проект в сформированном составе, то он не должен быть слишком сложным, поскольку преподавателю придется часто взаимодействовать с командой. При этом, те решения, которые он будет предлагать, могут являться довольно высокоуровневыми и лежать за пределами текущей компетенции студентов. В этом случае им предлагается сначала реализовать минимально жизнеспособный продукт (minimal valuable product, mvp), а его полноценную реализацию отложить на следующий проект.

У каждого инженерного проекта должна быть целевая аудитория: преподаватели, кафедра, сами студенты и т. д. Тот факт, что им будут пользоваться, дает дополнительную мотивацию студентам. В случае автора, примером таких проектов являются:

- CRM для управления студенческими проектами;
- telegram-бот для проведения голосований и веб-сервис для анализа их результатов;
- telegram-бот расписания кафедры и веб-сервис для внесения изменений и формирования расписания;
- telegram-бот для отслеживания посещения занятий студентами;
- программное обеспечение для аннотации изображений обучающей выборки;
- различные игры и т. д.

Проекты для магистров более комплексные и организуются таким образом, чтобы каждый участник мог взять его часть в свою магистерскую диссертацию. Так, например, проект по разработке мультиагентной системы планирования поставок продуктов состоит из двух частей: сама мультиагентная система и фреймворк для разработки распределенных мультиагентных систем.

## Программные продукты для отслеживания выполнения проектов

Каждая команда создает github-репозиторий [24] под проект и подключает к нему преподавателя. Это позволяет постоянно мониторить в каком состоянии находится кодовая база проекта, документация, чистоту кода и принимаемые в нем архитектурные решения (рис. 1).

Для отслеживания текущего состояния проекта, времени выполнения, постановки и декомпозиции задач используется сервис Trello [25] (рис. 2).

Одновременно с этим формируется Google-таблица, доступная в режиме «только чтение» всем студентам. В нее заносятся данные по командам, ссылки на github и trello, а также оценки (цветом) или замечания преподавателя по результатам текущего состояния проекта (рис. 3).

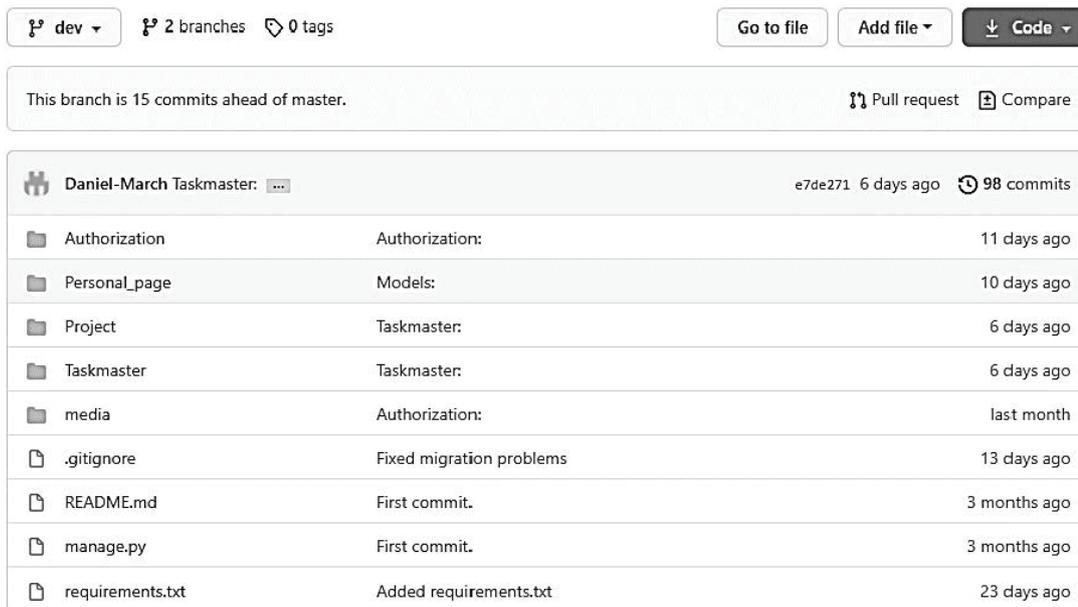


Рис. 1. Репозиторий CRM для управления студенческими проектами  
Fig. 1. CRM Repository for Student Project Management

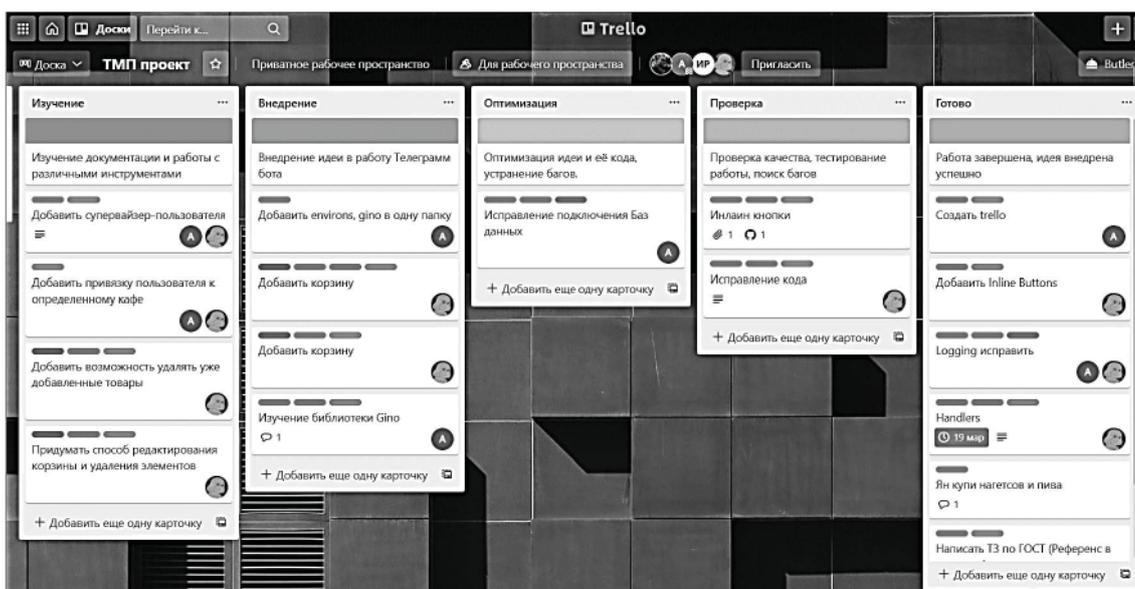


Рис. 2. Trello-доска проекта telegram-бота заказа продуктов в кафе  
Fig. 2. Trello-board of the telegram-bot project for ordering products in a cafe

учАСТНИКИ	Группа	ПРОЕКТ	github	Trello	инструктаж	15.02.2021	20.02.21(ТЗ)
1-МДА-9	1-МДА-7	Телеграмм-бот расписания кафедры + софт для редактирования БД с расписанием	<a href="https://github.com/saplat">https://github.com/saplat</a>	<a href="https://trello.com/b/QahA1d">https://trello.com/b/QahA1d</a>			
1-МДА-9	1-МДА-7	RPG Rogue-like с генерируемыми комнатами на локациях.	<a href="https://github.com/Sgoolf">https://github.com/Sgoolf</a>	<a href="https://trello.com/roguelike">https://trello.com/roguelike</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Телеграмм-бот для стоматологической клиники	<a href="https://github.com/NikaRo">https://github.com/NikaRo</a>	<a href="https://trello.com/user7707">https://trello.com/user7707</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Приложение под Android "Кулинарная книга"	<a href="https://github.com/Mgai-T">https://github.com/Mgai-T</a>	<a href="https://trello.com/b/CADdd">https://trello.com/b/CADdd</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Программа для распознавания жестов схожих	<a href="https://github.com/sion-dar">https://github.com/sion-dar</a>	<a href="https://trello.com/b/peTRV">https://trello.com/b/peTRV</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Программа для управления приложением на компьютере посредством жестов кистей рук	<a href="https://github.com/itepland">https://github.com/itepland</a>	<a href="https://trello.com/mabnas">https://trello.com/mabnas</a>			
1-МДА-9	1-МДА-7	Название: Dungeon 6; Жанр: rogue-like dungeon crawler Игрок исследует случайно сгенерированные этажи подземелья, сражается с монстрами и боссами, получает улучшения экипировки, навыков и способности, разовые и постоянные. Цель игры - добраться до 36 этажа и победить финального босса.	<a href="https://github.com/Axc317">https://github.com/Axc317</a>	<a href="https://trello.com/b/3r6826">https://trello.com/b/3r6826</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Телеграмм-бот для отслеживания потраченных за месяц денег	<a href="https://github.com/Timur1">https://github.com/Timur1</a>	<a href="https://trello.com/b/aNJK89">https://trello.com/b/aNJK89</a>			
1-МДА-7	1-МДА-9	Игра с gps ориентированием. PvP, PvE - бои. Система турниров, данжей, личных территорий, классов и навыков, групп, кланов, гильдий. Возможно не всё из этого	<a href="https://github.com/AniMA">https://github.com/AniMA</a>	<a href="https://trello.com/">https://trello.com/</a>			

Рис. 3. Google-таблица преподавателя

Fig. 3. Teacher Google Sheets

### Стадии проекта

Вне зависимости от тематики выбранного студентами проекта, он состоит из следующих стадий:

**1. Формирование технического задания и методики приема-сдаточных испытаний.** Если это первый проект для студентов, то проводится занятие с объяснением, что такое техническое задание (ТЗ), для чего оно нужно и разбирается пример его написания. Аналогичным образом разбирается методика приема-сдаточных испытаний. Эти документы студенты должны писать параллельно, что позволяет заранее продумывать, какой функционал будет в разрабатываемом программном продукте и каким образом они будут закрываться пункты ТЗ. Написание документов проходит в несколько итераций, преподаватель обсуждает с командой требования к проекту, стек технологий, который будет использоваться для его реализации и дает ряд замечаний для их последующего исправления.

**2. Разработка и отчетность по проделанной работе.** Раз в неделю производится общий сбор (очно или дистанционно) команд и преподавателя. Один человек из команды (каждый раз новый) выступает перед аудиторией с презентацией проекта, кратко рассказывая его суть, задачи, которые были поставлены на текущую неделю, что было выполнено, что нет, почему, с какими проблемами столкнулись, как решали, планы на следующую неделю. Также показывает текущее состояние

проекта, после чего отвечает на вопросы преподавателя и других студентов. Такой способ помогает студентам делиться накопленным опытом между собой и подстегивает соревновательный процесс между командами. Если команда не видит, как решить возникшую проблему в ходе разработки, преподаватель дает пару рекомендаций в каком направлении следует двигаться или, при необходимости, сразу объясняет способ ее решения. В течение этой стадии преподаватель читает лекции об алгоритмах и структурах данных, принципах, паттернах и методологиях разработки программного обеспечения, а также библиотекам и фреймворкам используемого языка программирования. Все лекции записываются и выкладываются для студентов в открытый доступ.

**3. Приемка проекта.** Она осуществляется в дату, которая прописана в ТЗ и в соответствии с подготовленной в самом начале методикой приема-сдаточных испытаний.

**4. Участие на конференции или статья в журнал с результатами выполненного проекта.** На данную стадию проходят работы, у которых имеется потенциал. Статья или тезисы доклада пишутся итерационно, с их постоянной вычиткой со стороны преподавателя. При этом редакторские правки самим преподавателем вносятся только на финальном этапе. Вплоть до этого момента студенты сами вносят исправления в соответствии с полученными замечаниями.

## Оценивание

Использование таких инструментов как github, trello и еженедельный отчет по проекту позволяют проводить оценку как команды в целом, так и каждого студента в частности. Например, средствами trello можно проследить какому студенту какая задача была назначена, в какие сроки она была выполнена, на сколько детально и правильно ведется среда командного взаимодействия, какой функционал по проекту на данный момент реализован и т. д.

GitHub используется для отслеживания изменений кодовой базы проекта, кто их вносил, какие архитектурные решения применялись и на сколько читаемый код пишут студенты.

Таким образом, каждую неделю во время отчета по проекту выполняется проверка – соответствует ли состояние дел тому, о чем говорят студенты. Если всё нормально и нет претензий по презентации или текущему состоянию проекта, то ему присваивается зеленая карточка. При ненадлежащей презентации проекта, отсутствии признаков выполненного функционала, о котором заявлено в ходе презентации в github или trello, то есть, когда команда реально забыла их обновить, проекту присваивается желтая карточка. В случае систематического повторения таких ошибок – красная. Также красная карточка присваивается проекту при невыполнении всех условий, либо когда студенты начинают «хитрить»:

- За разрабатываемый функционал в trello отвечает один студент, а код по нему в github заливает другой;
- В код проекта на github вносит изменения только один студент;
- Студентами хаотично переназначаются задачи в trello;
- Вместо документации (ТЗ и методика приемо-сдаточных испытаний) студенты прикрепляют в trello документы, не относящиеся к их проекту;

По результату семестра, когда у команды нет красных карточек и более 70 % из них – зеленые, каждому члену команды ставится оценка «отлично». При наличии двух красных карточек – «хорошо». Команда, у которой проекту было назначено от трех до шести красных карточек, но он был выполнен в срок, и студенты правильно отвечали на дополнительные вопросы – «удовлетворительно».

Во всех остальных случаях студенты получают свою оценку в ходе проведения экзамена или зачета. В этом процессе также могут участвовать и те, кто желает улучшить свою оценку, которая была поставлена по результатам их работы.

## Достоинства, недостатки и проблемы проектно-ролевого обучения

Что касается большинства достоинств и недостатков, то они аналогичны стандартному методу проектного обучения [19]. К более выделяющимся достоинствам командного проектно-ролевого обучения программированию можно отнести то, что у студентов появляется опыт взаимодействия друг с другом в соответствии с назначаемыми ролями в проекте, понимание процесса разработки программных продуктов и систем, опыт использования актуального для рынка стека технологий. Проекты, расположенные на github-репозитории, представляют собой портфолио для потенциального работодателя. Таким образом, они могут использоваться как при поиске работы, так и для участия в различных студенческих конкурсах, конференциях или в качестве выпускной квалификационной работы.

Среди проблем, что возникли при использовании проектно-ролевого обучения программированию выделяются:

- Попытка студентов с ролью менеджера не писать код. Решается довольно просто, но, если запустить, это может привести к конфликтам внутри команды.
- До студентов не сразу доходит мысль, что программирование – это не только написание кода, но еще и постоянное общение, обсуждение вариантов решения, умение слушать и т. д. Эта проблема решается сама собой в процессе продвижения по проекту.
- Некоторые студенты могут резко передумать обучаться, в связи с чем возрастает нагрузка по объему работ на его бывшую команду. В этом случае снижается объем требований к проекту, так как перераспределение людей в командах из-за ушедшего студента только усугубит ситуацию. Также может быть рассмотрен вариант, что на замену ушедшему студенту, один из членов команды приглашает знакомого.
- Студенты не могут сработаться в рамках команды. Здесь нет простого решения, самым оптимальным вариантом является ор-

ганизация простого проекта для каждого из расформированной команды.

- Студенты не сразу понимают, что программирование – это сложно и большинство времени разработчик проводит в поисках способов решения возникающих проблем, а возникают они постоянно. Здесь важную роль играет общение и примеры из реальной работы.
- У студентов нет опыта написания статей. Единственный совет, как решить эту проблему – проявить терпение, и она решится сама собой. Замечания по тексту стоит давать только с обоснованием почему такой вариант не подходит и как лучше это исправить.
- У студентов нет опыта публичных выступлений. Спустя пару месяцев еженедельных презентаций по проектам про эту проблему можно будет забыть.

Из недостатков наиболее выделяется то, что при недостаточной мотивации и контроля со стороны преподавателя проект не будет доведен до логического завершения. При этом такой подход к образовательному процессу можно организовать только при наличии у преподавателя реального опыта работы на различных позициях в сфере разработки программного обеспечения.

### Заключение

Так как разработка программных продуктов и систем ведется коллективами разработчиков, то умение студентов работать в команде, способность правильно донести с какой проблемой столкнулся или поддержать обычный разговор, рассказать над каким функционалом сейчас ведется работа и умение признавать свои ошибки являются весо-

мыми факторами, на которые работодатель обращает свое внимание. Для компании куда безопасней, в плане рисков, на позицию junior-разработчика взять человека, у которого развиты эти навыки, но он не дотягивает в плане технических компетенций, чем наоборот.

Командное проектно-ролевое обучение программированию не является панацеей и при его использовании вместо традиционного обучения необходимо учитывать достаточно большой объем факторов: начальный уровень подготовки студентов, их готовность к командной работе, наличие большого варианта проектов для реализации и преподавателя с необходимым набором компетенций, мотивированность и т. д. Такой формат обучения хорошо зарекомендовал себя в рамках студенческих кружков и для мотивированных студентов, настроенных на получении актуальных на рынке труда компетенций. К тому же, после нескольких студенческих проектов, таких студентов можно привлекать к реальным заказам.

К сожалению, если такой подход использовать при обучении программированию повсеместно, то это может привести к некоторым негативным последствиям, так как не все студенты поступают на it-направления с целью последующего трудоустройства в этом секторе экономики. Такая категория студентов, как показывает опыт, не проявляет даже минимальной активности и старается переложить весь объем работы на остальных членов команды. Чтобы такие студенты не выступали в качестве деструктивного элемента, их лучше всего оставить на традиционном варианте обучения: лекции + практические/лабораторные работы.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. Катастрофический дефицит. Цифровому прорыву предрекли острую нехватку IT-специалистов. URL: [https://www.dp.ru/a/2020/01/24/Katastroficheskiy\\_deficit](https://www.dp.ru/a/2020/01/24/Katastroficheskiy_deficit) (дата обращения: 3.05.2020)
2. Морозова А. «IT-специалистов действительно не хватает». Эксперты рассказали о спросе на IT-специалистов. URL: <https://vc.ru/hr/107883-it-specialistov-deystvitelno-ne-hvataet-eksper-ty-rasskazali-o-sprose-na-it-specialistov> (дата обращения: 3.05.2020)
3. Возможно ли обучить хорошего программиста в условиях вуза в России. URL: <https://habr.com/ru/post/530294/> (дата обращения: 3.05.2020)
4. Честный рассказ об образовании в IT. Стоит ли оно того? URL: <https://habr.com/ru/post/511584/> (дата обращения: 4.05.2020)
5. Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 27–36.
6. Мы поступили в универ и сами показали преподам, как учить студентов. Теперь собираем самые большие аудитории. URL: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/521218/> (дата обращения: 6.05.2020)

7. Эксперименты с тиграми и другие способы преподавать программирование студентам, которым скучно. URL: <https://habr.com/ru/company/croc/blog/526200/> (дата обращения: 6.05.2020)
8. Необразованная молодёжь. Ответ преподавателя-совместителя. URL: <https://habr.com/ru/post/339208/> (дата обращения: 7.05.2020)
9. Университеты для будущей элиты: 100 лучших российских вузов по версии Forbes–2020. URL: <https://www.forbes.ru/obshchestvo/403369-universitety-dlya-budushchey-elity-100-luchshih-rossiyskih-vuzov-po-versii-forbes> (дата обращения: 7.05.2020)
10. Казун А.П., Пастухова Л.С. Практики применения проектного метода обучения: опыт разных стран // Образование и наука. – 2018. – № 20 (2). – С. 32–59. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-32-59
11. Burnik U., Košir A. Industrial product design project: building up engineering students' career prospects // Journal of Engineering Design. – 2017. – Vol. 28. – Issue 7–9. – P. 549–567. DOI: 10.1080/09544828.2017.1361512
12. Mo J.P.T., Tang Y.M. Project-based learning of systems engineering V model with the support of 3D printing // Australasian Journal of Engineering Education. – 2017. – Vol. 22. – Issue 1. – P. 3–13.
13. Ye C., Van Os J., Chapman D., Jacobson D. An Online Project-Based Competency Education Approach to Marketing Education // Journal of Marketing Education. – 2017. – Vol. 39. – Issue 3. – P. 162–175. DOI: 10.1177/0273475317724843
14. Yamin Y., Permanasari A., Redjeki S., Sopandi W. Application of Model Project Based Learning on Integrated Science in Water Pollution // Journal of Physics: Conference Series. – 2017. – Vol. 895. – Issue 1. – P. 1–8. DOI: 10.1088/1742-6596/895/1/012153
15. Сычёва С.М., Арзуманова Р.А. Проектное обучение – ключ к подготовке успешного специалиста // Вестник университета. – 2019. – № 6. – С. 32–37. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-6-32-37
16. Балтина А.М. Проектное обучение в магистратуре как метод создания инноваций // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2017. – № 2 (66). – С. 8–11.
17. Гансуар К. Др., Неретина Е.А., Корокошко Ю.В. Опыт проектно-ориентированного обучения и организации командной работы студентов вуза // Интеграция образования. – 2015. – Т. 19. – № 2. – С. 22–30. DOI: 10.15507/Inted.079.019.201502.022
18. Трищенко Д. А. Проектное обучение в вузе: направления поиска внешнего заказчика // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2020. – № 2. – С. 105–115. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
19. Трищенко Д.А. Опыт проектного обучения: попытка объективного анализа достижений и проблем // Образование и наука. – 2018. – № 20 (4). – С. 132–152. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-4-132-152
20. Codewars. URL: <https://www.codewars.com> (дата обращения: 10.05.2020)
21. LeetCode. URL: <https://leetcode.com> (дата обращения: 10.05.2020)
22. Stepik. URL: <https://stepik.org> (дата обращения: 10.05.2020)
23. Яндекс.Контест: URL: <https://contest.yandex.ru> (дата обращения: 10.05.2020)
24. GitHub. URL: <https://github.com> (дата обращения: 11.05.2020)
25. Trello. URL: <https://trello.com> (дата обращения: 11.05.2020)

Дата поступления: 04.07.2020

UDC 378.147

## TEAM PROJECT-ROLE PROGRAMMING LEARNING EXPERIENCE

**Stanislav A. Chernyshev<sup>1,2</sup>,**

Ph.D. (Engineering), Associate Professor of the Department of Intelligent Systems and Information Security; Associate Professor of the Department of Informatics, [chernyshev.s.a@bk.ru](mailto:chernyshev.s.a@bk.ru)

<sup>1</sup> Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 18, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 191186, Russia

<sup>2</sup> Saint Petersburg state university of economics, 21, Sadovaya str., Saint-Petersburg, 191023, Russia.

The paper describes team project-role learning programming experience to students. The purpose this approach is teach students to work on varying complexity projects as part of a team, while each of its members performs one of additional roles: manager, software architect, or tester. These forms understanding of students of the minimum team composition required for the development of software products and systems. How make distribution of responsibilities, the process and the importance of writing a technical assignment and acceptance test methodology. What the tools used for project management and etc. For track team progress on the project author used GitHub and Trello, as well as weekly presentations on the project of each of the teams. Checking the compliance of the project code base and the state of the team interaction environment is carried out during the presentation. Use such tools makes it possible to evaluate both the team as a whole and each student. Also discusses current advantages, disadvantages and potential problems that will have to be faced when using this approach to teaching students to program. Implemented projects can be used as a portfolio when looking for a job, or as a basis for final qualifying work. Among existing disadvantages stands out the requirement for the level of a teacher competence. It directly affects result of using the team project-role learning programming.

**Keywords:** team project-role learning, project, programming, project management, education

### REFERENCES

1. Alekseyev V. *Katastroficheskiy defitsit. Tsifrovomu proryvu predrekli ostruyu nekhvatku IT-spetsialistov* [Catastrophic deficit. The digital breakthrough was predicted by an acute shortage of IT specialists]. Available at: [https://www.dp.ru/a/2020/01/24/Katastroficheskiy\\_deficit](https://www.dp.ru/a/2020/01/24/Katastroficheskiy_deficit) (accessed 3.05.2020)
2. Morozova A. «*IT-spetsialistov deystvitelno ne khvatayet*». *Eksperty rasskazali o sprose na IT-spetsialistov* [«IT specialists are really not enough». The experts spoke about the demand for IT specialists]. Available at: <https://vc.ru/hr/107883-it-specialistov-deystvitelno-ne-hvataet-eksperty-rasskazali-o-sprose-na-it-specialistov> (accessed 3.05.2020)
3. *Vozmozhno li obuchit khoroshego programmista v usloviyakh VUZa v Rossii* [Is it possible to train a good programmer in a university in Russia]. Available at: <https://habr.com/ru/post/530294/> (accessed 3.05.2020)
4. *Chestnyy rasskaz ob obrazovanii v IT. Stoit li ono togo?* [An honest story about education in IT. Is it worth it?] Available at: <https://habr.com/ru/post/511584/> (accessed 4.05.2020)
5. Korobtsov A.S. The quality of engineering education: slogans and reality. *Engineering Education*. 2020, no. 27, pp. 27–36. In Russ.
6. *My postupili v univer i sami pokazali prepodam, kak uchit' studentov. Teper sobirayem samyye bolshiye auditorii*. [We entered the university and showed teachers how to teach students. Now we are collecting the largest audiences] Available at: <https://habr.com/ru/company/ruvds/blog/521218/> (accessed 6.05.2020)
7. *Eksperty s tigrami i drugiye sposoby prepodavat programmirovaniye studentam, kotorym skuchno*. [Experimenting with tigers and other ways to teach programming to bored students.] Available at: <https://habr.com/ru/company/croc/blog/526200/> (accessed 6.05.2020)
8. *Neobrazovannaya molodozh. Otvet prepodavatelya-sovmestitelya*. [Uneducated youth. The answer of the part-time teacher.]. Available at: <https://habr.com/ru/post/339208/> (accessed 7.05.2020)
9. *Universitety dlya budushchey elity: 100 luchshikh rossiyskikh vuzov po versii Forbes–2020*. [Universities for the Future Elite: Forbes Top 100 Russian Universities – 2020.] Available at: <https://www.forbes.ru/obshchestvo/403369-universitety-dlya-budushchey-elity-100-luchshih-rossiyskih-vuzov-po-versii-forbes> (accessed 7.05.2020)
10. Kazun A.P., Pastukhova L.S. Praktiki primeneniya proyektного metoda obucheniya: opyt raznykh stran [Practices of using the project-based teaching method: the experience of different countries]. *Obrazovaniye i nauka*. 2018, no. 20 (2), pp. 32–59. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-2-32-59

11. Burnik U., Košir A. Industrial product design project: building up engineering students' career prospects. *Journal of Engineering Design*. 2017, vol. 28, iss. 7–9, pp. 549–567. DOI: 10.1080/09544828.2017.1361512
12. Mo J.P.T., Tang Y.M. Project-based learning of systems engineering V model with the support of 3D printing. *Australasian Journal of Engineering Education*. 2017, vol. 22, iss. 1, pp. 3–13.
13. Ye C., Van Os J., Chapman D., Jacobson D. An Online Project-Based Competency Education Approach to Marketing Education. *Journal of Marketing Education*, 2017, vol. 39, iss. 3, pp. 162–175. DOI: 10.1177/0273475317724843
14. Yamin Y., Permanasari A., Redjeki S., Sopandi W. Application of Model Project Based Learning on Integrated Science in Water Pollution. *Journal of Physics: Conference Series*. 2017, vol. 895, iss. 1, pp. 1–8. DOI: 10.1088/1742-6596/895/1/012153
15. Sycheva S.M., Arzumanova R.A. Proyektnoye obucheniye – klyuch k podgotovke uspehnogo spetsialista [Project education is the key to the training of a successful specialist]. *Vestnik universiteta*. 2019, no. 6, pp. 32–37. DOI: 10.26425/1816-4277-2019-6-32-37
16. Baltina A.M. Proyektnoye obucheniye v magistrature kak metod sozdaniya innovatsiy [Project-based learning in master's studies as a method for creating innovations]. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo universiteta*. 2017, no. 2 (66), pp. 8–11.
17. Ganseuer C. Dr., Neretina E. A., Korokoshko Yu. V. Opyt proektno-orientirovannogo obucheniya i organizacii komandnoj raboty studentov vuza [Experience of project-oriented learning and organisation of teamwork among university students]. *Integracija obrazovanija*. 2015, vol. 19, no. 2, pp. 22–30. DOI: 10.15507/Inted.079.019.201502.022
18. Trishchenko D.A. Proyektnoye obucheniye v vuze: napravleniya poiska vneshnego zakazchika [Project education in the university: directions of searching for an external customer]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika*. 2020, no. 2, pp. 105–115. DOI: 10.18384/2310-7219-2020-2-105-115
19. Trishchenko D.A. Opyt proyektnogo obucheniya: popytka obyektivnogo analiza dostizheniy i problem [Project-based learning experience: an attempt at an objective analysis of achievements and problems]. *Obrazovaniye i nauka*. 2018, no. 20 (4), pp. 132–152. 10.17853/1994-5639-2018-4-132-152
20. Codewars. Available at: <https://www.codewars.com> (accessed 3.05.2020)
21. LeetCode. Available at: <https://leetcode.com> (accessed 3.05.2020)
22. Stepik. Available at: <https://stepik.org> (accessed 3.05.2020)
23. Yandeks.Kontest [Yandex.Contest]. Available at: <https://contest.yandex.ru> (accessed 3.05.2020)
24. GitHub. Available at: <https://github.com> (accessed 3.05.2020)
25. Trello. Available at: <https://trello.com> (accessed 3.05.2020)

Received: 04.07.2020

УДК 378

## МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ РЕАЛИИ И НОВЫЕ ВЫЗОВЫ

**Соловьев Виктор Петрович<sup>1</sup>,**

кандидат технических наук, профессор Технологического института,  
solovjev@mail.ru

**Перескокова Татьяна Аркадьевна<sup>2</sup>,**

кандидат педагогических наук, доцент

<sup>1</sup> Старооскольский технологический институт (филиал НИТУ «МИСиС»),  
Россия, 309516, Белгородская область, Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42.

<sup>2</sup> Старооскольский филиал Российского государственного геологоразведочного университета  
им. С. Орджоникидзе (МГРИ),  
Россия, 309514, Старый Оскол, ул. Ленина, 14/13.

Рассматриваются проблемы профессионального образования, вскрытые в 2018 году в послании президента страны федеральному собранию и на совещании по развитию системы среднего профобразования. Показана неразумность разделения профессионального образования по двум министерствам. Обращено внимание на нахождение системы получения профессионального технического образования в «плену» действующих законов и стандартов. Сформулированы предложения по изменению структуры профессионального образования, предложено ввести СПО в систему высшего образования как базовый уровень. Для каждой профессиональной области должна быть выстроена своя система подготовки требуемых кадров. Предложено создавать систему комплексного профессионального образования через обобщенные компетентностные модели выпускников, из которых можно будет формировать требования к выпускникам с различным уровнем подготовки.

**Ключевые слова:** профессиональное образование, модернизация, образовательный стандарт, компетенции, профессиональный стандарт, специальность, направление подготовки.

Мудрено пишут о том, чего не понимают.

*В.С. Ключевский*

### Современные реалии профессионального образования

В 2018 году произошло целый ряд событий, связанных с профессиональным образованием. Указом Президента РФ министерство образования и науки разделено на три отдельных ведомства:

- министерство науки и высшего образования;
- министерство просвещения;
- федеральная служба по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор).

Обеспечением **высококвалифицированными кадрами** всех основных направлений общественно полезной деятельности в соответствии с потребностями общества и государства, как это следует из закона № 273-ФЗ от 29.12.2012 «Об образовании в Российской Федерации» (статья 69), будет заниматься министерство науки и высшего образования.

Министерство просвещения должно реализовывать государственную политику в

сферах общего образования, среднего профессионального образования, соответствующего дополнительного образования, профессионального обучения. Это означает, что это новое ведомство должно заниматься в том числе и обеспечением потребностей общества и государства **квалифицированными кадрами** (статья 68 ФЗ №273 «Об образовании в РФ»). Именно это ведомство теперь отвечает за разработку образовательных стандартов среднего профессионального образования (СПО), определяет план приема в организации СПО, квалификацию преподавателей и сотрудников системы СПО.

В послании Президента РФ В.В. Путина Федеральному собранию (2018 год) о профессиональном образовании сказано: «Нужно в короткие сроки **провести модернизацию системы профессионального образования**, добиться качественного изменения в подготовке студентов, прежде всего по перспективным направлениям технологического

развития. Предстоит сформировать ступень «прикладного бакалавриата» по тем рабочим профессиям, которые фактически требуют инженерного образования».

6 марта 2018 года В.В. Путин в г. Екатеринбурге провел совещание по развитию системы среднего профобразования. Было принято решение о необходимости обновления всей системы профессионального образования, структура которого показана на схеме рис. 1 (статья 10 Федерального закона «Об образовании в РФ»). Обращаем внимание на две ветви профессионального образования. Так и произошло в реальности при разделении министерства образования и науки.

Озабоченность руководителей нашего государства подготовкой кадров в системе высшего образования (ВО) и среднего профессионального образования (СПО) понятна.

За последние 5 лет ежегодный выпуск бакалавров, специалистов, магистров из вузов страны составляет около 1 миллиона человек (в 2019/2020 году – 908,6 тысяч) [1]. Примерно 100 тысяч бакалавров продолжают обучение в очной магистратуре, 60 тысяч магистров

поступят в аспирантуру, остальные 750 тысяч выпускников 2020 года начали трудовую деятельность.

В этом же учебном году было подготовлено в системе среднего профессионального образования 165,5 тысяч квалифицированных рабочих и 539,8 тысяч техников и специалистов среднего звена.

Проблемы в подготовке рабочих поднимаются на общероссийском уровне (ежегодные конкурсы по профессиям – World skills, реализация образовательных проектов типа «Кванториум», конкурсы «Молодые профессионалы»).

В 2018 году был опубликован совместный доклад центра стратегических разработок и высшей школы экономики «Двенадцать решений для нового образования», в котором предлагалось много новаций для профессионального образования [2].

В последние годы многие техникумы (колледжи) были интегрированы с высшими учебными заведениями.

Подготовка квалифицированных рабочих, служащих осуществляется в техникумах (быв-



Рис. 1. Структура профессионального образования в РФ

Fig. 1. The structure of vocational education in the Russian Federation

шие ПТУ), которые остались в структуре региональной системы образования. В колледжах могут реализовываться как образовательные программы подготовки квалифицированных рабочих, служащих, так и образовательные программы подготовки специалистов среднего звена.

Какие же конкретные действия новых министерств последовали для обновления системы профессионального образования, в чем заключалась ее модернизация?

Не рассматривая развитие материально-технической базы системы профессионального образования, остановимся на качественном изменении подготовки студентов (именно об этом шла речь в послании Президента РФ Федеральному собранию).

В системе получения образования выделяются два принципиальных компонента: содержательный и организационный.

Содержательный компонент профессионального образования напрямую зависит от развития науки и техники и ориентируется на потребителя выпускников. В век стремительных перемен в экономике и управлении только преподаватели нового типа, находящиеся в русле этих перемен и владеющие современными информационными технологиями, способны подготовить молодежь к современной жизни.

Главной проблемой профессионального образования признано отставание преподавателей от требований современной экономики. Учитывать в вузе должны те, кто активно ведет научную работу и те, кому интересно учиться. Проблема качества учителей и преподавателей может быть решена государством путем создания такой системы оплаты труда, которая делала бы их высокоуважаемыми членами общества. К сожалению, можно констатировать, что в профессиональном образовании этого сделать не удалось.

Конечно, эта проблема решается в ряде элитных университетах страны, но основная масса молодежи учится в других вузах.

А вот организационный компонент системы получения образования – продукт государственной системы. Система получения профессионального технического образования находится в «плёну» действующих законов и стандартов. Способствуют ли они достижению требуемого качества подготовки специалистов?

В 90-е годы в России впервые были разработаны государственные образовательные стандарты, которые стали определять как содержание образования, так и организацию ее получения.

В 2003 году наступает важный этап в высшем образовании в результате вхождения России в общеевропейское образовательное пространство и перестройки его в соответствии с принципами и подходами, провозглашенными в Болонской декларации (1999 год).

В 2007 году были приняты образовательные стандарты нового (третьего) поколения, уже в ранге федеральных (ФГОС ВПО) и в компетентностном формате. Требования к результатам освоения образовательных программ определялись в виде компетенций выпускников. В основу системы высшего образования уже была положена уровневая система: бакалавриат – магистратура.

После вступления в силу нового федерального закона «Об образовании в РФ» (сентябрь 2013 года) стандарты преобразованы во ФГОС ВО 3+ (2015 год). И наконец, в 2017 году началось массовое утверждение стандартов ФГОС ВО 3++, разработанных с учетом профессиональных стандартов. Предполагалось профессиональные компетенции для ФГОС ВО 3++ формулировать в примерной образовательной программе, которые за эти годы так и не были разработаны.

Необходимо обратить внимание на то, что эти преобразования стандартов не были безобидными. К 2015 году из стандартов были изъяты требования к вузам:

- по формированию социокультурной среды, необходимой для всестороннего развития личности;
- по широкому использованию активных и интерактивных форм проведения занятий;
- по обеспечению гарантии качества подготовки выпускников.

Можно констатировать, что намеченные Правительством меры совершенствования профессионального образования свелись к модернизации образовательных стандартов третьего поколения, теперь ФГОС 3++ (концепция модернизации российского образования 2001 года и программа развития образования 2012 года).

Эта неразбериха в организационной сфере не могла не отразиться на содержании образования, которое вынуждено «бросаться в объятия» то одного, то другого стандарта.

### Новые вызовы в профессиональном образовании

В законе «Об образовании в Российской Федерации» определен статус федерального государственного образовательного стандарта профессионального образования, который представляет собой совокупность требований, обязательных при реализации основных профессиональных образовательных программ (ОПОП) – программ бакалавриата, специалитета, магистратуры, подготовки кадров высшей квалификации.

В результате освоения образовательной программы у выпускников должны быть сформированы универсальные (общекультурные), общепрофессиональные и профессиональные компетенции.

Совокупность всех компетенций должна обеспечивать выпускникам способность осуществлять профессиональную деятельность.

Перечень дисциплин и последовательность их изучения, виды и объем практики в учебном плане ОПОП определяются в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Переход высшего образования России на многоуровневую систему привел к установлению для выпускников вузов малопонятных для работодателей квалификаций типа бакалавр и магистр.

Изменение уровней профессионального образования и соответствующих им квалификаций выпускников организаций высшего образования неоднозначно было воспринято потребителями выпускников (работодателями) [3]. Простые «выходные» параметры выпускников одноуровневой советской технической высшей школы в виде квалификации – инженер были понятны потребителям и соответствовали трудовым квалификациям работников, прежде всего, предприятий.

Подготовка специалистов (инженеров) в нашей стране сохранена лишь по небольшому числу специальностей. В области техники и технологий сквозная подготовка студентов ведется только по 33 специальностям (горное дело, прикладная геодезия, прикладная геология, компьютерная безопасность, автоматика и управление, ядерные реакторы и материалы, экономическая безопасность, проектирование авиационных и ракетных двигателей и ряд других).

Предполагалось, что подготовка студентов первого уровня (будущие бакалавры) должна вестись с ориентацией их не на конкретный

объект труда, а на достаточно широкую сферу деятельности. Это должно было обеспечить мобильность выпускников на рынке труда, так как бакалавриат относится к уровню массовой подготовки молодежи в организациях высшего образования [4]. Конкретный вид деятельности бакалавр должен осваивать непосредственно в профессиональной организации.

Руководители системы среднего профессионального образования того периода не хотели отставать от высшего образования и также перешли на компетентностный формат образовательных программ. Таким образом, в настоящее время в системе профессионального образования действуют федеральные государственные образовательные стандарты как высшего, так и среднего профессионального образования.

В упомянутом докладе «Двенадцать решений для нового образования» уже в 2018 году предсказывалось «перманентное отставание СПО от потребностей экономики и возможном уравнивании системы СПО с массовым уровнем высшего образования».

В последние годы в производственные процессы стремительно «ворвалась» цифровизация и автоматизация на ее базе. Многими процессами уже не нужно управлять в ручном режиме, оно будет заменяться искусственным интеллектом. На крупных предприятиях должности техников упразднены, сокращаются должности линейного управленческого персонала (мастер участка, технолог цеха и ряд других).

Но на средних и малых предприятиях линейный инженерный персонал остается востребованным.

В связи с этим, необходимы принципиальные коррективы в подготовке выпускников всех уровней профессионального образования (СПО, бакалавриат, специалитет, магистратура), которые можно осуществить через содержание образовательных стандартов. И нужно учитывать, что примерно 50 % выпускников колледжей технических направлений (специальностей) подготовки поступают на обучение в вузы, чаще всего на заочную форму обучения.

Обратимся к содержанию ФГОСов среднего профессионального образования (СПО), утвержденных в 2014 году, и высшего образования (ВО), утвержденных в 2007 году и обновленных в 2015 году.

В результате освоения образовательной программы у выпускников СПО должны быть сформированы **общие и профессиональные компетенции**, а у выпускников ВО **общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции**.

Первая группа компетенций (общие и общекультурные) ориентированы на приобретение обучаемыми социально-личностных характеристик и мало отличаются. Существенное отличие в подготовке обучаемых в формировании общепрофессиональных компетенций в системе ВО. Это связано с серьезной фундаментальной подготовкой студентов вузов. А профессиональные компетенции по своей сути отличаются мало. Техники, бакалавры и специалисты (инженеры) готовятся к одним и тем же видам деятельности (производственная, организационная, экспериментальная).

Нужно отметить, что образовательные стандарты подготовки техников (СПО) и инженеров (ВО) по одноименным специальностям (стандарты 2016 года) по многим профессиональным компетенциям совпадают.

Считаем необходимым обратить внимание на возможную нецелесообразность введения двух программ подготовки специалистов среднего звена (ППССЗ):

- базовая подготовка с квалификацией выпускника – техник,
- углубленная подготовка с квалификацией выпускника – специалист.

Общая подготовка студентов этих двух программ совпадает, отличие в формировании некоторых дополнительных профессиональных компетенций, но при этом срок обучения увеличивается на 1 год.

Рассмотрим для примера ФГОС 21.02.09 Гидрогеология и инженерная геология. Выпускники, освоившие программу техника–гидрогеолога должны обладать профессиональными компетенциями, соответствующими видам деятельности:

- ведение технологических процессов гидрогеологических и инженерно-геологических исследований при поисково-разведочных работах;
- техническое обслуживание и эксплуатация оборудования, аппаратов и приборов инженерно-геологических исследований;
- управление персоналом структурного подразделения;

- выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

Выпускники программы специалиста – гидрогеолога должны обладать профессиональными компетенциями, соответствующими еще одному виду деятельности:

- участие в модернизации технологий поисково-разведочных работ.

И это за целый год обучения. Такие «продвинутые» программы осваивает только небольшая часть студентов колледжей. Во многих колледжах они отсутствуют.

В 2020 году началось утверждение ФГОС 3++ бакалавриата в новом формате, в которых **профессиональные компетенции определяются самой образовательной организацией самостоятельно** на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников (22.03.02 Metallurgia). Аналогично стали переделывать образовательные стандарты специалитета, например, 21.05.01 Прикладная геодезия, 21.05.02 Прикладная геология. Но это может привести к тому, что выпускники различных вузов будут различаться по своим выходным параметрам (компетенциям). Тогда **выпускники должны получать дипломы вуза, а не государственного образца**.

Обращаем внимание на то, что большинство выпускников вузов и колледжей сами определяют направление своей будущей профессиональной деятельности. Как вуз, колледж будет готовить к ней выпускников?

В последней редакции ФГОС ВО (2020 год) сохранена странная рекомендация: «Из каждого выбранного профессионального стандарта Организация выделяет одну или несколько обобщенных трудовых функций (ОТФ), соответствующих профессиональной деятельности выпускников, на основе установленных профессиональным стандартом для ОТФ уровня квалификации и требований раздела «Требования к образованию и обучению». ОТФ может быть выделена полностью или частично».

Рассмотрим в качестве примера профессиональный стандарт 27.037 «Специалист по электросталеплавному производству» (утвержден в 2015 году), который рекомендован в ФГОС Metallurgia 2020 года.

В профессиональном стандарте описаны следующие обобщенные трудовые функции:

- обеспечение процесса электросталеплавильного производства шихтовыми, добавочными, заправочными материалами и жидким чугуном;
- осуществление выплавки стали в ДСП;
- обеспечение внепечной обработки стали;
- осуществление разлива стали на заготовки и в слитки;
- осуществления согласования работы подразделений цеха.

Эти функции в целом характеризуют весь процесс выплавки стали в электрической печи. При подготовке специалиста металлурга невозможно выбрать только одну из вышеперечисленных ОТФ, изучать нужно весь технологический процесс. И это относится к любому профессиональному стандарту.

Конечно, некоторые процессы изучаются в сокращенном варианте. Например, сталеплавильщик в сокращенном варианте изучает прокатное производство и наоборот прокатчик также изучает только основы сталеплавильного производства. Это было основой подготовки инженеров технологов в советское время. Но нельзя изучать какую – то одну ОТФ «вырванную» из общего технологического цикла.

### **Предложения по реорганизации профессионального образования**

Может быть объединить среднее и высшее профессиональное техническое образование в единую систему (считать все высшим образованием). Подготовкой «линейных инженеров» будут заниматься колледжи (даже на базе основного общего образования) возможно с некоторым увеличением срока обучения (например, до сроков обучения по продвинутым программам). Тем более, что колледжи находятся в структуре вузов. Такие образовательные программы могли бы реализовываться в территориальных филиалах головных вузов для подготовки кадров для местной промышленности, малых и средних предприятий, т. е. линейных инженеров. Это будут специалисты первого (базового) уровня высшего технического образования, которые знают «как сделать» и находятся рядом с рабочими непосредственно в шахтах, металлургических и машиностроительных цехах, на строительных площадках и на многих других производствах. Они осуществляют контроль, выявляют несоответствия и осуществляют коррекцию технологического процесса, руководят рабочими.

Как отметил В.В. Путин на совещании 2018 года: «Нужно, чтобы колледжи и техникумы обеспечивали не только современную профессиональную подготовку, но и давали сильное, разностороннее образование, в том числе по естественнонаучным и гуманитарным дисциплинам, программированию, иностранному языку, и конечно, так называемые гибкие навыки: умение работать в команде, решать творческие, нестандартные задачи и настраивать молодых людей и вообще людей любого возраста на постоянное совершенствование, постоянную учёбу, движение вперёд в прямом смысле слова».

В развитых странах уже сейчас наблюдается тенденция перетекания трудовых ресурсов из сферы материального производства в сферу услуг, образования, госслужбу, транспорт, строительство и т. д. В России также произошло за последние 15 лет снижение числа работников, занятых в промышленности и сельском хозяйстве. После перехода экономики страны на рыночные механизмы появились новые секторы услуг, прежде всего, это относится к банковской деятельности, операциям с недвижимостью и арендой [1].

Нам представляется, что в условиях масштабного развития сферы услуг различных направлений целесообразно развивать профессиональное образование по «человековедению» (соединение педагогики, психологии, экономики и менеджмента) без углубленной специализации, а также по техническим сервисным направлениям. Такие выпускники будут прекрасными менеджерами в сфере услуг, поднимут в стране культуру общения с людьми.

Образовательные программы более высокого уровня (нынешние бакалавриат, специалитет, магистратура) должны быть кардинально переделаны под инновационную экономику. Программы бакалавриата и магистратуры не должны повторять программы базового уровня.

В надвигающейся 4-й индустриальной революции возникает потребность в переходе от человека – исполнителя (человека – винтика) к человеку – творцу [5]. Потребуются работники, способные быстро переучиваться, осваивать новое, менять стереотипы поведения. Таким работникам нужны прочные фундаментальные знания, широкий кругозор. Это будут специалисты, которые знают «почему».

Разобщенность профессионального образования не способствует созданию систе-

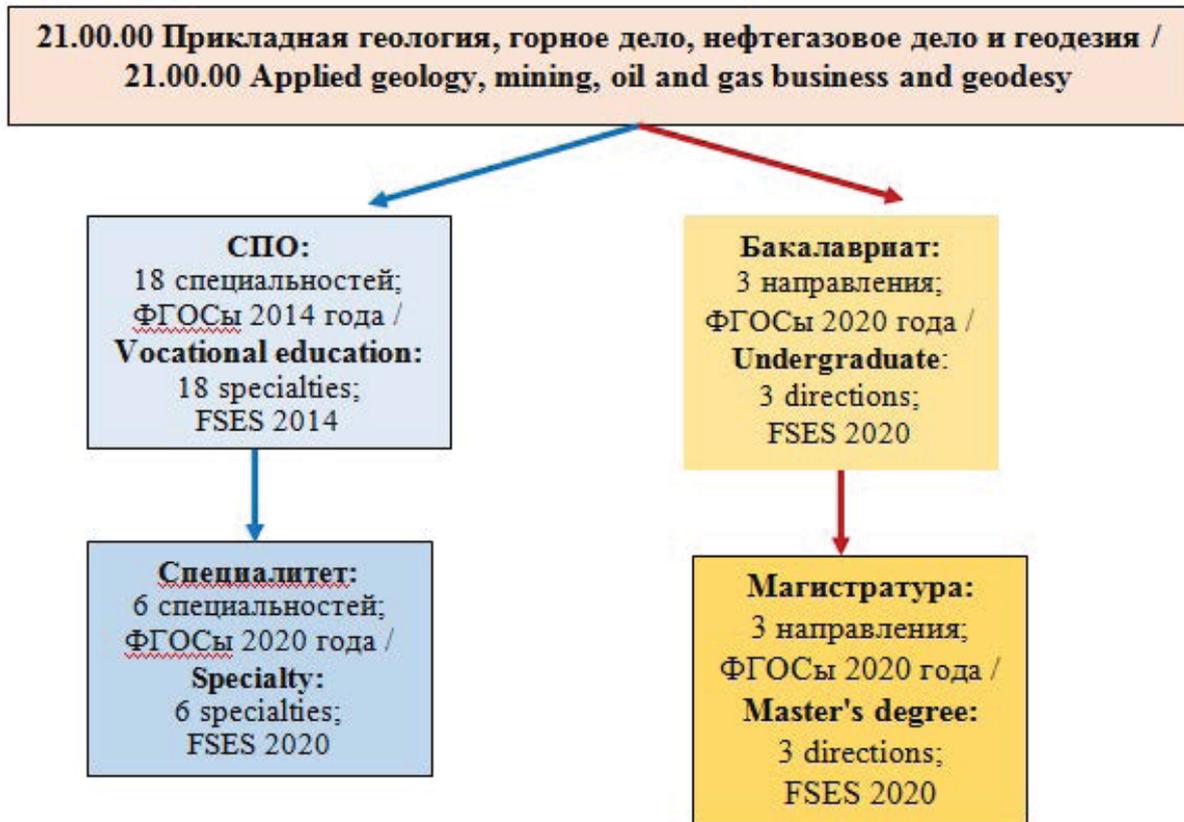


Рис. 2. Специальности и направления подготовки кадров для добывающей отрасли  
Fig. 2. Specialties and areas of training for the extractive industry

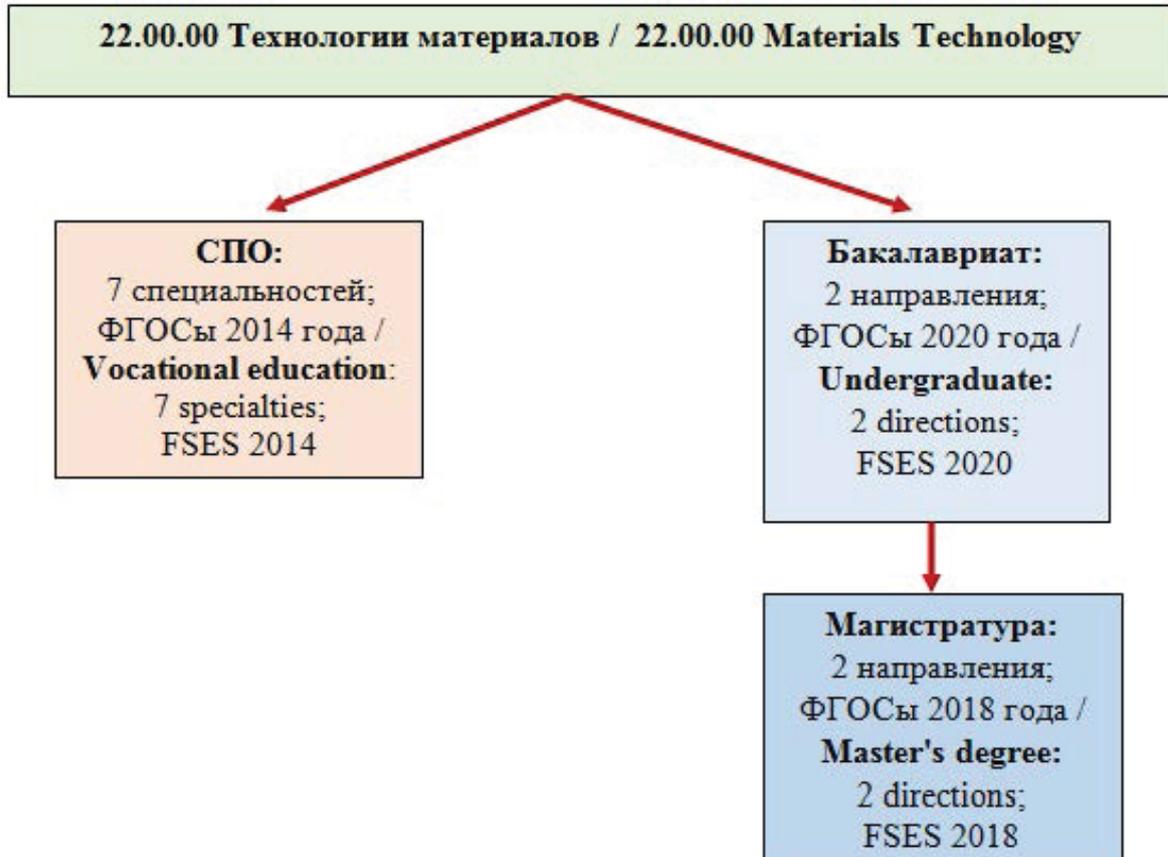


Рис. 3. Специальности СПО и направления подготовки кадров в области металлургии и материаловедения  
Fig. 3. Specialties of vocational education and training areas in the field of metallurgy and materials science

мы непрерывного образования. Рассмотрим две обобщенные группы подготовки кадров: 21.00.00 Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия и 22.00.00 Технологии материалов.

На рис. 2 представлен весь набор специальностей и направлений подготовки кадров для добывающей отрасли нашей экономики. Направления подготовки в бакалавриате и магистратуре совпадают. Специальности СПО совпадали со специализациями специалитета до 2019 года, но во ФГОСах специалитета 2020 года нет специализаций. Как будет осуществляться стыковка специальностей непонятно, учитывая разное подчинение СПО и ВО.

На рис. 3 представлена характеристика специальностей и направлений подготовки кадров по обобщенной группе Технологии материалов.

В системе СПО определены конкретные специальности металлургического производства, в бакалавриате все они «накрываются» одной программой «Металлургия». Но вуз получил право устанавливать «направленность (профиль) программы бакалавриата, которая соответствует направленности подготовки в целом или конкретизирует содержание программы бакалавриата в рамках направления подготовки путем ориентации ее на:

- область профессиональной деятельности;
- тип (типы) задач и задачи профессиональной деятельности;
- при необходимости на объекты профессиональной деятельности или область (области) знания» (ФГОС 22.03.02 Металлургия, 2020 года).

Вызывает удивление приведенный перечень областей профессиональной деятельности выпускников бакалавриата:

- образование и наука;
- металлургическое производство (перечислены все сферы);
- автомобилестроение (литейное и кузнечное производство);
- сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (даже проектирование нестандартного оборудования и т. д.).

А учитывая самостоятельное формирование профессиональных компетенций, не означает ли все это полное отсутствие государственных требований к содержанию подготовки по программам бакалавриата.

Необходима серьезная коррекция образовательных стандартов магистратуры. Рассмотрим ФГОС 22.04.02 Металлургия (2018 года), в котором области, типы задач профессиональной деятельности, типы практики совпадают с программой бакалавриата. В магистратуре вводится ознакомительная практика, как для начинающих студентов. Рекомендуемые для использования в магистратуре профессиональные стандарты выбраны непонятным образом из перечня бакалаврского ФГОСа (например, для магистров рекомендуется в том числе ПС 27.076 «Специалист по производству метизов»).

В настоящее время предстоит переработать все ФГОС высшего и среднего профессионального образования под исправленную модель 2020 года. Но целесообразно вначале разобраться со структурой профессионального образования.

Предлагаем обсудить обобщенную структуру профессионального технического образования:

#### ➤ **среднее профобразование:**

- **подготовка квалифицированных рабочих** – реализуется в техникумах, с 2–3-летним сроком обучения с присвоением квалификации по профессии;

#### ➤ **высшее образование:**

- **прикладной бакалавриат** (базовый уровень) реализуется в колледжах при вузах, с 3–4-летним сроком обучения с присвоением выпускникам степени бакалавр техники, (технологии), (сферы услуг);
- **академический бакалавриат** реализуется в вузе по направлениям подготовки исследовательского характера, с 3–4-летним сроком обучения с присвоением выпускникам степени бакалавр – исследователь;
- **инженерно-конструкторский специалитет** реализуется в вузе по специальностям, с 5–6-летним сроком обучения с присвоением выпускникам квалификации инженер или конструктор;
- **магистратура** – реализуется в университете по научным направлениям, с 2-годичным сроком обучения с присвоением выпускникам степени магистр науки.

Для каждой профессиональной области (например, химия, физика и астрономия, информатика и вычислительная техника, машиностроение, техника и технологии строительства и т. д.) должна быть выстроена своя система подготовки кадров, требуемых для

научных исследований, конструкторских разработок, защиты информации и многих других областей.

Необходимо оценить целесообразность для экономики страны перевод аспирантуры в один из уровней высшего образования. Может быть для нашей экономики европейский подход оказывается неэффективным.

В профессиональном образовании главным считается приобретение профессиональных компетентностей. Но для современной жизни этого недостаточно. В жизни нужно будет преодолевать много трудностей, препятствий, придется неоднократно менять место работы, осваивать новые профессии и специальности. Нужно будет переучиваться. Это реализация принципа получения образования «через всю жизнь». В настоящее время многие из молодых людей получают второе высшее образование. Признанной парадигме образования соответствует новая структура самой системы получения образования. На рис. 4 представлены возможные действующие траектории получения высшего образования в России.

Выпускники средней школы и организаций среднего профессионального образования (техники, специалисты среднего звена) имеют право получить высшее образование за счет средств бюджета. Они поступают в вузы на программы бакалавриата или специалитета. Бакалавры имеют право продолжить обучение в магистратуре (второй уровень высшего образования) также за счет средств бюджета. Магистры и специалисты имеют право учиться за государственный счет в аспирантуре (третий уровень ВО), как это показано на схеме рис. 4.

А вот второе высшее образование может быть получено различными вариантами (рис. 4), но только с оплатой обучения физическими или юридическими лицами.

При установлении новой структуры профессионального образования траектории получения соответствующих степеней и квалификаций изменятся. Вариант такой траектории показан на рис. 5.

Современная трудовая жизнь людей существенно изменилась: новые технологии,

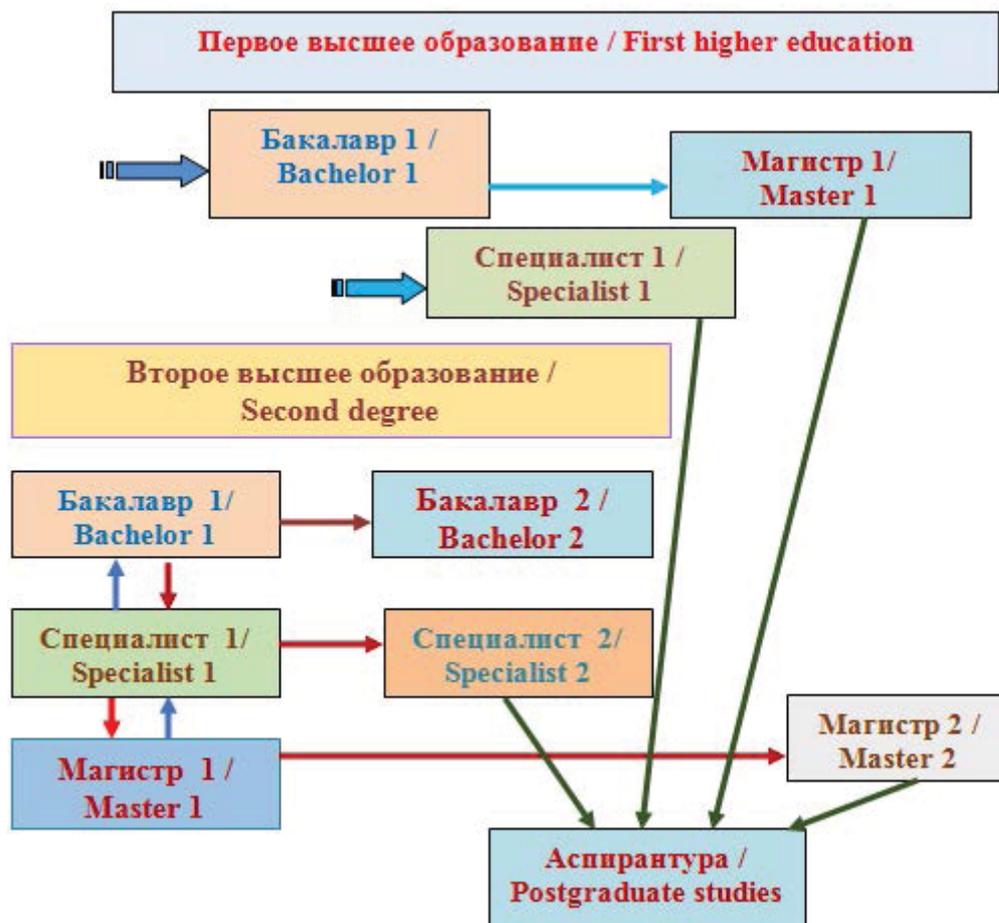


Рис. 4. Траектории получения высшего образования в России  
Fig. 4. Trajectories of higher education in Russia

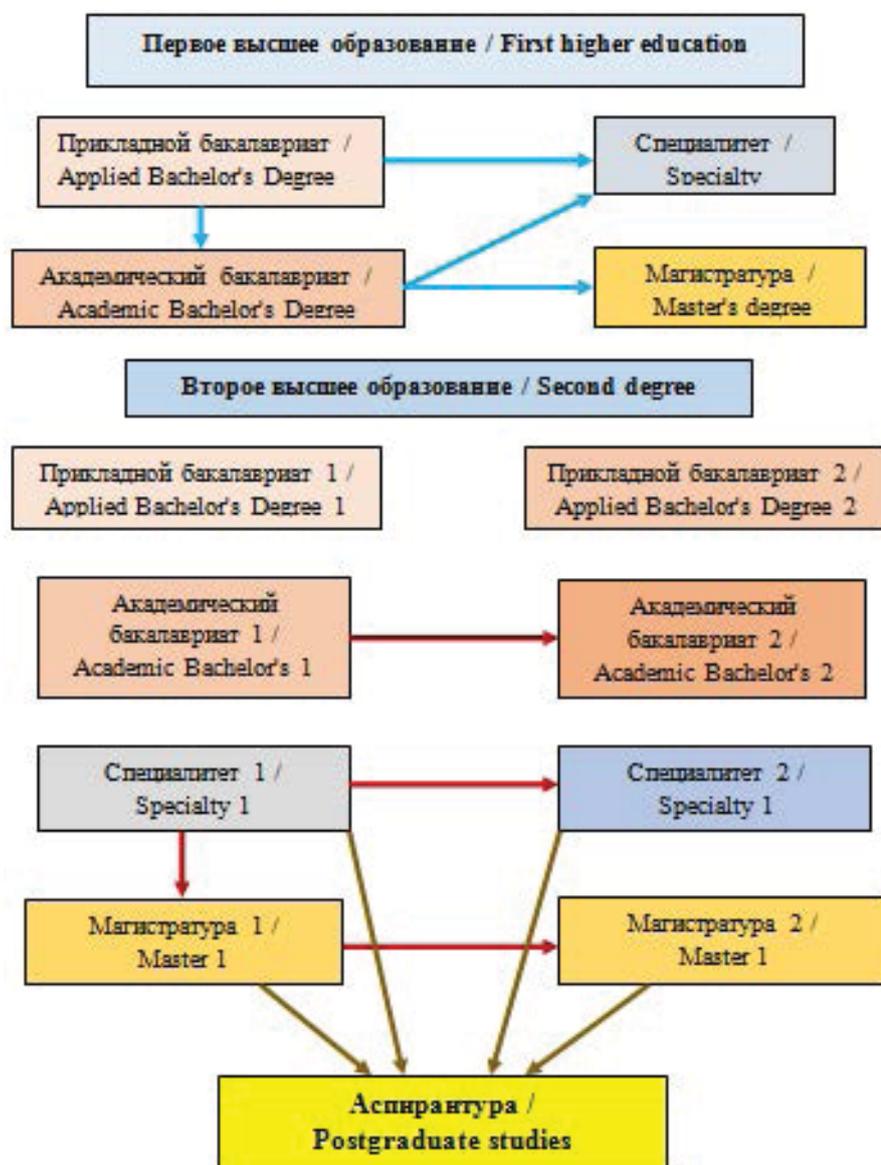


Рис. 5. Предлагаемые траектории получения высшего образования  
Fig. 5. Proposed trajectories for higher education

информационные системы, кризисы, частая смена руководства, повышенная занятость, возможность открыть свое дело. На это накладываются проблемы личного и семейного характера: взаимоотношения с детьми, усложнение системы образования, влияние СМИ, большое количество соблазнов.

Под воздействием новой экономической политики в России меняется парадигма высшего профессионального образования: от образования **«на всю жизнь»** к образованию **«в течение всей жизни»**.

Это связано с рядом современных общественных процессов, проходящих в нашей стране [6].

К ним в первую очередь необходимо отнести:

- существенные изменения технологических процессов и, как следствие, изменение профессий и специальностей;
- возрастание роли горизонтальной мобильности работников в течение трудовой жизни;
- децентрализация экономической ответственности и ответственности за качество продукции (услуг);
- изменение стилей жизни на всех уровнях: социальном, организационном, индивидуальном;
- усиление фактора динамизма и неопределенности;
- усиление роли «личностного развития» («умения на всю жизнь»).

В конце 2020 года в нашей стране произошло несколько самых ожидаемых событий:

- второй пуск ракеты тяжелого класса «Ангара-А5», сделанной из отечественных комплектующих;
- первый полет отечественного самолета МС-21 с новым российским двигателем ПД-14;
- в воздух впервые поднялся новый пассажирский самолет ИЛ-114-300 с отечественными двигателями;
- состоялся спуск на воду ледостойкой самодвижущейся платформы «Северный полюс»;
- на Балтийском заводе заложен новый атомный ледокол «Чукотка».

Эти события свидетельствуют: инженерно – конструкторская школа России не потеряла способность создавать уникальные изделия. Но для того, чтобы не только поддерживать этот уровень, но и добиваться большего нужны соответствующие кадры.

В городе Старый Оскол Белгородской области, являющийся центром добычи руды открытым способом и качественной металлургии, функционируют филиалы двух московских вузов: НИТУ МИСиС и геологоразведочного университета. В обоих филиалах открыта подготовка по программам СПО, на обучение по которым поступают школьники, получившие основное общее образование (после 9 класса). Как – то негласно среди родителей школьников считается, что в колледжи поступают «неудачники». Геологоразведочный колледж – старейшее учебное заведение города (открыт в 1934 году), его выпускники работают во многих регионах страны. По договоренности с руководством филиала нами проведено тестирование студентов первого курса четырех специальностей:

- прикладная геодезия (ПГ);
- право и организация социального обеспечения (ПС);
- техническое обслуживание и ремонт автомобильного транспорта (ТОА);
- землеустройство (ЗУ).

При составлении тестов использовали материалы социологов МГУ [7].

В табл. 1 представлены сведения о мотивах ухода из школы студентов после окончания 9 классов, критериях и мотивах выбора специальности.

В табл. 1 показаны также выходные школьные показатели студентов каждой группы в виде размаха средних баллов аттестатов (разница максимального и минимального значе-

ния –  $R_6$  и значения среднего балла аттестатов –  $B_{cp}$ . Видно, что студенты геодезисты и землеустроители существенно превосходят по этим показателям студентов двух других групп. В целом можно отметить, что в колледж поступили вполне подготовленные школьники, способные к дальнейшему профессиональному обучению.

Среди мотивов поступления в колледж преобладает такой показатель как «надоела» школа и в соответствии с этим побыстрее получить специальность и начать самостоятельную жизнь. Специальность студенты выбрали самостоятельно, что отличает их от студентов, поступающих в вузы, выбирающих направление подготовки (специальность) под влиянием родителей и набранных баллов ЕГЭ. Показательным фактом можно считать то, что мотивом выбора конкретной специальности для большинства студентов выступает интересная работа после окончания колледжа.

Именно наличие в данном колледже интересных специальностей и их репутация служат основанием для выбора данной образовательной организации.

Базовыми специальностями данного учебного заведения являются геодезия, геология и горное дело. Основными потребителями выпускников по геологии и горному делу являются два горнообогатительных комбината Стойленский и Лебединский. Выпускники, получившие специальность техника – геодезиста, приглашаются на работу в различные российские регионы.

Большая часть студентов после окончания колледжа намерена работать по специальности и собираются продолжить обучение в вузе.

Намерения работать по специальности и продолжить обучение заочно в филиале по программе специалитета не изменились за время обучения, что подтвердили студенты геодезисты третьего курса.

Студенты заочники, поступившие в филиал геологоразведочного университета в городе Старый Оскол, положительно оценивают подготовку в колледже. Две трети студентов связывают дальнейшее обучение в вузе с желанием повысить компетентность. Половина студентов считают, что получение высшего образования необходимо, так как от этого зависит жизненный успех. Большая часть студентов заочников (геодезисты) работают в районах Сибири, некоторые занимают инженерные должности.

**Таблица 1.** Мотивы и критерии выбора СПО и специальности  
**Table 1.** Motives and criteria for choosing vocational education and training

Показатели Indicators	Группы/Groups			
	ПГ applied geodesy	ПС law and organization of social security	ТОА maintenance and repair of road transport	ЗУ land management
Мотив выбора обучения в СПО/The motive for choosing to study in vocational education				
быстрее получить специальность get a specialty faster	38	21	18	35
«надоела» школа «Tired» of the school	43	43	55	43
легче поступить в вуз easier to enroll in a university	19	36	27	22
Критерии выбора специальности/Criteria for choosing a specialty				
собственное желание own wish	81	100	82	70
влияние родителей и окружения influence of parents and environment	19			22
случайный random			18	8
Мотив выбора специальности / The motive for choosing a specialty				
популярность popularity	29	29	18	21
интересная работа interesting job	52	43	45	61
легкость трудоустройства ease of employment	5	7	9	18
легкость обучения ease of learning	5		9	
возможность открыть свое дело the opportunity to start your own business	9	21	19	
$R_b (B_{max} - B_{min})$	4,9–3,7	4,75–3,2	4,35–3,15	5,0–4,15
$B_{cp}$	4,4	3,92	3,68	4,55

### Заключение

Приведенный пример подготовки техников наглядно показывает, что необходимо создавать систему комплексного профессионального образования. Ведь укрупненная группа специальностей и направлений 21.00.00 «Прикладная геология, горное дело, нефтегазовое дело и геодезия» объединяет все образовательные программы: СПО, бакалавриат, специалитет, магистратуру. Но образовательные стандарты этих программ разобщены, имеют разные форматы.

Значит нужно создать обобщенные компетентностные модели выпускников, из которых можно будет формировать требования к выпускникам с различным уровнем подготовки. Разумно было бы формировать компетентности будущих специалистов более «широкими», чтобы они «накрывали» возможные трудовые функции и действия, сформулированные в профессиональных стандартах.

Основоположник менеджмента качества Э. Деминг сформулировал постулат: «Любая производственная система может находиться в стабильном или нестабильном состоянии.

Возникающие в системе проблемы может исправить только сама система» [8].

Руководителям теперь уже министерств науки и высшего образования и просвещения следует пристальное внимание обратить на выполнение указания Президента В. В. Путина, приведенное выше в послании Федеральному собранию еще в 2018 году, о проведении модернизации системы профессионального образования.

Пришло время реализации концепции опережающего образования, которая исходит из того, что новации в содержании и технологиях образования должны опережать изменения в других сферах, создавать основания этих изменений [9].

На заседании совета при Президенте РФ по науке и образованию

6 февраля 2020 года определена как первоочередная задача увеличение и совершенствование подготовки специалистов в региональных вузах, что позволит развивать экономику и сферу обслуживания в российских регионах.

Предложенная нами структура профессионального образования будет способствовать

решению этой проблемы, прежде всего через систему базового образования.

Нужно широкое обсуждение проблемы модернизации профессионального образования с участием представителей РАН, РСПП, союза ректоров России, министерства труда и соци-

альной защиты, уполномоченного при Президенте РФ по защите прав предпринимателей Б.Ю.Титова, академической общественности.

Воспользуемся напутствием В. Гюго «Ничто не может быть сильнее идей, время которых пришло».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Россия в цифрах 2020. Краткий статистический сборник. – М.: Росстат, 2020. – 550 с.
2. Двенадцать решений для нового образования. URL: <https://www.hse.ru/twelve/> (дата обращения 21.10.2020).
3. Соловьев В.П., Перескокова Т.А. Эволюция уровней образования и квалификаций выпускников организаций высшего образования // Экономика в промышленности. – 2018. – № 1. – С. 70–80.
4. Становление и развитие системы университетского образования России. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 184 с.
5. Адлер Ю.П., Шпер В.А. Образование в XXI в.: проблемы, перспективы, решения // Качество и жизнь. – 2015. – № 4. – С. 37–45.
6. Байденко В.И. Болонский процесс: структурная реформа высшего образования Европы. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002. – 126 с.
7. Гаспаришвили А.Т., Крухмалёва О.В., Савина Н.Е. Среднее профессиональное образование: современные реалии и новые вызовы // Образовательные технологии. – 2020. – № 1. – С. 137–150.
8. Нив Генри Р. Пространство доктора Деминга: принципы построения устойчивого бизнеса. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.
9. Шейнбаум В.С. Задачи высшей школы в становлении и развитии системы независимой оценки инженерных квалификаций применительно к ТЭК // Инженерное образование. – 2018. – № 23. – С. 10–21.

Дата поступления: 25.10.2020

UDC 378

## MODERNIZATION OF THE VOCATIONAL EDUCATION SYSTEM: MODERN REALITIES AND NEW CHALLENGES

**Viktor P. Soloviyov<sup>1</sup>,**

Cand. Sc., professor at the Institute of Technology,  
solovjev@mail.ru

**Tatiana A. Pereskokova<sup>2</sup>,**

Cand. Sc., Assistant professor

<sup>1</sup> Stary Oskol University named by Ugarov A.A. (branch) National University of Science and Technology «MISiS»,  
42, mkr. Makarenko, Stary Oskol, 309530, Russia.

<sup>2</sup> Starooskolsky branch of the Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze,  
14/13, Lenina Str., Stary Oskol, 309514, Russia.

The problems of vocational education, revealed in 2018 in the message of the President of the country to the Federal Assembly and at a meeting on the development of the system of secondary vocational education, are considered. The unreasonableness of dividing vocational education into two ministries is shown. Attention is drawn to finding the system of obtaining vocational technical education in the “captivity” of the current laws and standards. Proposals were formulated to change the structure of vocational education, it was proposed to introduce SPE into the higher education system as a basic level. For each professional area, its own system of training the required personnel should be built. It is proposed to create a system of comprehensive professional education through generalized competence models of graduates, from which it will be possible to formulate requirements for graduates with different levels of training.

**Key words:** technical education, modernization, educational standard, competencies, speciality, direction of training.

### REFERENCES

1. *Rossiya v tsifrakh 2020. Kratkiy statisticheskiy sbornik* [Russia in Figures 2020. A Brief Statistical Book]. Moscow, Rosstat Publ., 2020. 550 p.
2. *Dvenadtsat resheniy dlya novogo obrazovaniya* [Twelve solutions for new education]. Available at: <https://www.hse.ru/twelve/> (accessed 21.10.2020).
3. Solovyev V.P., Pereskokova T.A. Evolyutsiya urovney obrazovaniya i kvalifikatsiy vypusknikov organizatsiy vysshego obrazovaniya [Evolution of education levels and qualifications of graduates of higher education institutions]. *Ekonomika v promyshlennosti*. 2018, no. 1, pp. 70–80.
4. *Stanovleniye i razvitiye sistemy universitetskogo obrazovaniya Rossii* [Formation and development of the system of university education in Russia]. Moscow, MGTU im. N.E. Bauman, 2007. 184 p.
5. Adler Yu.P., Shper V.L. Obrazovaniye v XXI v.: problemy, perspektivy, resheniya [Education in the XXI century: problems, prospects, solutions]. *Kachestvo i zhizn*. 2015, no. 4, pp. 37–45.
6. Baydenko V.I. *Bolonskiy protsess: strukturnaya reforma vysshego obrazovaniya Yevropy* [The Bologna Process: Structural Reform of Higher Education in Europe]. Moscow, Issledovatel'skiy tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2002. 126 p.
7. Gasparishvili A.T., Krukhalova O.V., Savina N.E. Sredneye professionalnoye obrazovaniye: sovremennyye realii i novyye vyzovy [Secondary vocational education: modern realities and new challenges]. *Obrazovatelnyye tekhnologii*. 2020, no. 1, pp. 137–150.
8. Niv Genri R. *Prostranstvo doktora Deminga: printsipy postroyeniya ustoychivogo biznesa* [Space of Dr. Deming: principles of building a sustainable business]. Moscow, Alpina Biznes Buks, 2005. 370 p.
9. Sheynbaum V.S. Zadachi vysshey shkoly v stanovlenii i razvitiit sistemy nezavisimoy otsenki inzhenernykh kvalifikatsiy primenitel'no k TEK [The tasks of higher education in the formation and development of the system of independent assessment of engineering qualifications in relation to the fuel and energy complex]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2018, no. 23, pp. 10–21.

Received: 25.10.2020

УДК 378.016: 621.791.3

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ ПО УЗКИМ НАПРАВЛЕНИЯМ НА ПРИМЕРЕ ПОДГОТОВКИ В ОБЛАСТИ ПАЙКИ

**Краснопевцев Александр Ювенальевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»,  
A.Krasnopevtsev@tltsu.ru

**Краснопевцева Ирина Васильевна**, доктор экономических наук, профессор кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»,  
i.krasnopevtseva@mail.ru

Тольяттинский государственный университет,  
Россия, 445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.

В статье идет речь о проблеме, связанной с сокращением подготовки по очень важным для промышленных предприятий, но узким направлениям высшего инженерного образования. Отмечено, что тенденции унификации и интеграции образовательных программ создают определенные сложности для сохранения уникальных компетенций, связанных с узкими направлениями обучения. Показаны варианты организации подготовки инженерных кадров в современных условиях на примере подготовки в области пайки – способа получения неразъемных соединений, незаменимого при изготовлении ответственных конструкций в авиационной, космической, электротехнической и других отраслях промышленности.

**Ключевые слова:** инженерная подготовка, узкие направления подготовки, уникальные компетенции, пайка, специальные кафедры, бакалавриат, магистратура.

### Введение

Система высшего профессионального образования направлена на решение задачи по обеспечению высокого уровня подготовки инженерных кадров как в целях повышения конкурентоспособности выпускников вуза на рынке труда, так и для создания наилучших условий для научно-технического развития регионов страны. В настоящее время сущность требований к профессиональной компетентности выпускников сводится к постоянному увеличению объема знаний, умений и навыков, необходимых для качественного выполнения своих профессиональных обязанностей [1].

Практика показывает, что в последние десятилетия на рынке труда имеет место некоторая несбалансированность между структурой подготовки выпускников вузов и потребностями предприятий в специалистах, обладающих необходимыми знаниями и навыками. Можно даже сказать, что динамика спроса предприятий на специалистов необходимых им профилей подготовки находится в определенном противоречии с традиционно сложившимися направлениями подготовки по существующей номенклатуре специальностей и специализаций [2].

Так какой же должна быть инженерная подготовка, чтобы у выпускников вузов была возможность реализации как своего профессионального потенциала, так и удовлетворения потребностей общества?

Многие годы в научном сообществе продолжается дискуссия о том, что же лучше для современного инженера: получение широкого и неглубокого образования, которое было бы сродни универсализму, или узкого и глубокого, которое отражало бы узкий профессионализм.

Данный вопрос касается всех уровней образования, но для высшего инженерного образования он является в настоящее время наиболее актуальным. В.В. Путин отмечает, что: «качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и ... отечественная система технического образования должна быть нацелена на подготовку инженеров, чьи навыки, квалификация отвечают требованиям, потребностям предприятий. Надо максимально приблизить профессиональное образование к реальному производству. При подготовке инженерных кадров это играет решающую роль» [3].

В настоящее время учебными планами высших учебных заведений предусматривается,

как правило, широкая подготовка инженерных кадров. В целях сокращения затрат образовательные программы постоянно унифицируются и интегрируются. В учебных планах большое количество учебных часов отдается так называемым «общеразвивающим» дисциплинам, которые могли бы подаваться либо в гораздо меньших объемах, либо включаться в блок факультативных дисциплин. И, поскольку, общий объем учебных часов строго ограничен, приходится сокращать подготовку по ряду дисциплин, обеспечивающих получение знаний по узким направлениям специализаций, подчас очень востребованных в условиях современного промышленного производства.

Поэтому в статье речь пойдет о проблеме, связанной с сокращением подготовки по очень важным для промышленных предприятий, но узким направлениям высшего инженерного образования.

Уменьшение объемов узкоспециальной (в некоторых случаях – критически важной для предприятий) инженерной подготовки, приводит к тому, что предприятия не обеспечиваются необходимыми для них кадрами. В перспективе же создаются условия, при которых предприятия и организации уже никогда не смогут получить для себя специалистов необходимого профиля, если соответствующие узкие направления подготовки будут сокращены до минимума или закрыты.

В настоящее время во многих отраслях промышленности уже наблюдается нарушение преемственности кадров, возрастной разрыв, в результате чего с предприятий исчезают квалифицированные кадры, получившие в своё время образование по узким направлениям инженерной подготовки, которые могли бы передать молодежи свои знания и опыт. При этом практика показывает, что чем короче период временной приостановки притока новых кадров на промышленное предприятие, тем оно стабильнее функционирует, и лучше готово к возможной интенсификации определенных видов деятельности.

В сфере же образования сокращаются штаты специальных кафедр, обеспечивающих узкую подготовку по важным для предприятий специализациям. Учебное оборудование, на котором студенты получают практические навыки в области своей специализации, в лучшем случае со временем физически и морально стареет, в худшем – просто выводится из учебного процесса, а замена его на новое

вузом, как правило, не предусматривается. В результате – полная потеря как оборудования, так и владеющих им специалистов.

Рассмотрим возможные варианты действий в создавшихся условиях на примере близкой авторам отрасли науки и техники – пайки.

### История

Пайка – способ получения неразъемных соединений материалов (металлов, неметаллов, металлов с неметаллами), при котором, в отличие от сварки плавлением, соединяемые материалы не плавятся. Прочное соединение при пайке обеспечивается за счет плавления дополнительного материала (припоя), который смачивает соединяемые поверхности, а после кристаллизации образует монолитное соединение. Пайка известна уже тысячи лет [4–8]. В течение длительного времени пайка являлась ведущим способом получения неразъемных соединений. И только в начале XX в. основным способом получения неразъемных соединений стала сварка. Однако в некоторых случаях пайка является предпочтительным или даже единственным способом получения соединений [9]. Например, в авиации надежность паяных соединений в 4 раза, а в космонавтике в 25 раз выше, чем сварных [10, 11]. В связи с развитием авиационной и космической промышленности в середине XX в. заговорили о втором рождении пайки, а в XXI в. – уже о третьем, связанном с необходимостью соединения композиционных материалов.

В мире более 170 университетов занимаются вопросами пайки. В нашей стране единственная специализированная кафедра пайки была создана в 1970 г. в Тольяттинском политехническом институте, который в 2001 г. вошел в состав образованного Тольяттинского государственного университета. Сейчас это секция «Пайка» в составе объединенной кафедры. Опыт подготовки специалистов по пайке имеется также в Московском авиационно-технологическом институте, который вошел в состав объединенного Московского авиационного университета «МАИ». Исследования в области пайки, наряду с другими организациями проводятся и в некоторых других высших учебных заведениях России. Однако наибольший опыт подготовки инженерных кадров в области пайки накоплен в г. Тольятти. Выпускники кафедры и секции

работают во многих организациях бывшего СССР и России, многие защитили кандидатские и докторские диссертации (последняя к настоящему времени защита докторской диссертации прошла уже в 2021 году).

С учетом того, что вопросами создания неразъемных соединений обычно занимаются специалисты в области сварки, подготовка специалистов по пайке была организована на базе специальности «Оборудование и технология сварочного производства». В стандартном учебном плане подготовки инженеров-сварщиков вопросам пайки практически не уделялось внимания, между тем как уже отмечалось, знание особенностей и возможностей этого способа получения неразъемных соединений часто является необходимым. Для получения студентами комплекса теоретических знаний и практических навыков в области пайки был разработан комплекс дисциплин по специализации «Технология и оборудование для пайки».

Если учитывать то, что физико-химические процессы при сварке и пайке существенно друг от друга отличаются, то дисциплины в базовых разделах учебного плана подготовки по паяльной специализации также должны были бы отличаться от дисциплин базовой подготовки по сварке. Однако было принято решение о том, что нужно обеспечить универсальную подготовку по двум специализациям «Технология и оборудование для пайки» и «Производство сварных конструкций».

Необходимые для паяльщиков дополнительные разделы базовой подготовки были введены в дисциплину «Теоретические основы пайки». А созданную материальную базу подготовки инженеров по пайке использовали и при подготовке студентов по специализации «Производство сварных конструкций» при изучении обзорного курса «Пайка материалов».

До начала 90-х годов кафедра пайки успешно развивалась. При кафедре была организована лаборатория, налажено международное сотрудничество, приветствовалось активное участие студентов в проведении НИР и ОКР. Однако со спадом промышленного производства в 90-е годы, сопровождавшимся отменной системы распределения специалистов и падением престижа инженерной профессии, у выпускников кафедры начались трудности, связанные с поиском рабочих мест. Однако определенная известность кафедры ещё мно-

гие годы позволяла предприятиям и организациям, знавшим о её существовании и заинтересованным в наборе специалистов данного профиля, напрямую обращаться на кафедру. Таким путем кафедре удавалось реализовывать запросы предприятий на специалистов, прошедших подготовку в области пайки. Но, несмотря на это, план приема студентов на кафедру постепенно уменьшался, что привело к сокращению штата кафедры, а затем – секции пайки.

### **Бакалавриат**

С переходом к системе бакалавр – магистр уменьшился объем специальной подготовки на первом этапе (бакалавриат) и контингент студентов – на втором (магистратура). Еще в большей степени это касается дисциплин специализаций. Практически специализациями (профилями) бакалавриата стали бывшие специальности специалитета. И это в лучшем случае. Во многих случаях специальности вообще исчезли, растворившись в широких направлениях бакалавриата (например «Машиностроение»). А бывшие специализации – тем более.

Частичным выходом из ситуации в нашем случае стало использование дисциплин по выбору. Часть дисциплин бывшей специализации «Технология и оборудование для пайки» (в сокращенном варианте) вошла в учебный план бакалавриата в качестве дисциплин по выбору. Учебный план был составлен таким образом, чтобы студенты могли выбрать: изучать ли цикл из трех дисциплин по пайке (Теория. Технология и оборудование) или одну обзорную дисциплину «Пайка материалов». Но даже цикл паяльных дисциплин бакалавриата не может заменить полноценной подготовки, которая была организована по системе специалитета.

### **Магистратура**

В Тольяттинском государственном университете была разработана, получила лицензию и аккредитацию магистерская программа «Технология и оборудование для пайки» по направлению «Машиностроение». Кроме дисциплин, касающихся теории, технологии и оборудования пайки (в развернутом виде), она включает вопросы прочности паяных соединений, материаловедения пайки, особенностей низкотемпературной пайки и пайки в микроэлектронике. Важным является то, что

кроме базовых дисциплин, таких как «История и философия науки», «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента», «Иностранный язык» и других, магистерская программа «Технология и оборудование для пайки» включает целый ряд дисциплин, касающихся процессов сварки. Мы считаем, что специалисты, работающие в области получения неразъемных соединений, должны хорошо знать новые достижения во всей широкой области сварки и родственных технологий.

Таким образом, выпускники магистерской программы «Технология и оборудование для пайки» получают широкую подготовку в области машиностроения, могут работать и на тех предприятиях, где технологии пайки в настоящее время не используется (возможно, что с помощью наших выпускников будут использоваться). Но хотелось бы, чтобы подготовка была более адресной и более востребованной. При изучении данной магистерской программы студенты из других регионов частично могут использовать дистанционные технологии. Наиболее полезным было бы совместное обсуждение студентами и преподавателями проблем пайки на предприятиях, на которых студент работает или собирается работать. Этим вопросам могут быть посвящены и магистерские диссертации.

Возможным вариантом использования накопленного опыта в области подготовки специалистов по пайке различного уровня может быть использование сетевых программ обучения, при которых студенты других вузов могут изучать соответствующие дисциплины, используя имеющийся в Тольятти опыт подготовки.

### Заключение

На примере обучения в области пайки показана целесообразность использования опыта подготовки в узкоспециальной области и даны следующие предложения по организации такой подготовки в современных условиях:

1. Включение в учебные планы бакалавриата циклов дисциплин узкоспециальной подготовки по выбору.
2. Включение в учебный план магистерских программ узкоспециального направления не только общих базовых дисциплин направления, но и специальных дисциплин близких специальностей.
3. Обучение студентов на примерах предприятий, на которых они собираются работать.
4. Внедрение сетевых программ подготовки с использованием накопленного в тех или иных учебных заведениях опыта узкоспециальной подготовки по актуальным для промышленного производства направлениям.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петикова Т.Н. Конкурентоспособность будущего специалиста как показатель качества вузовской подготовки // Вестник Саратовского государственного аграрного университета. – 2006. – № 2. – С. 24–26.
2. Краснопецева И.В. Профессиональный дисбаланс рынка труда квалифицированной рабочей силы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2013. – № 3 (Ч. 1). – С. 315–321.
3. Владимир Путин о роли инженерных кадров в конкурентоспособности государства URL: <http://www.inesnet.ru/2014/06/vladimir-putin-o-rol-i-inzhenernyx-kadrov-v-konkurentosposobnosti-gosudarstva/> (дата обращения: 14.12.2020).
4. Lucas A. Ancient Egyptian materials and industries. – London: Edward Arnold (publishers) Ltd., 1948. – 570 p.
5. Петрунин И.Е., Лощманов С.Н., Николаев Г.А. Пайка металлов – М.: Металлургия, 1973. – 280 с.
6. Григорьев Б.А. Пайка металлов и сплавов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 276 с.
7. Сварка в СССР. Том 1. Развитие сварочной техники и науки о сварке. Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование. – М.: Наука, 1981. – 535 с.
8. История развития пайки // Pereosnastka.ru. URL: <http://pereosnastka.ru/articles/istoriya-razvitiya-raiki> (дата обращения: 14.12.2020).
9. Краснопецев А.Ю. Отличия, преимущества и недостатки пайки по сравнению со сваркой // Сварочное производство. – 2020. – № 8. – С. 39-45.
10. Инженерный справочник по космической технике / под ред. А.В. Солодова. – М: Воениздат, 1977. – 430 с.
11. Справочник по пайке / под ред. И.Е. Петрунина. – М.: Машиностроение, 2003. – 480 с.

Дата поступления: 18.12.2020

UDC 378.016: 621.791.3

## PROVIDING TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN NARROW AREAS BY THE EXAMPLE OF TRAINING IN THE FIELD OF SOLDERING

**Alexander Yu. Krasnopevtsev,**

Cand. Sc., Associate Professor of the Department of Welding, Material Pressure Processing and Related Processes,  
A.Krasnopevtsev@tltso.ru

**Irina V. Krasnopevtseva,**

Dc. Sc., Professor of the Department of Welding, Material Pressure Processing and Related Processes,  
i.krasnopevtseva@mail.ru

Togliatti State University,  
Russia, 445020, Togliatti, st. Belorusskaya, 14.

The article deals with the problem associated with the reduction of training in very important for industrial enterprises, but narrow directions of higher engineering education. It is noted that the trends of unification and integration of educational programs create certain difficulties for the preservation of unique competences associated with narrow areas of training. The article shows the variants of engineering personnel training organization in modern conditions on the example of training in the field of brazing - the method of obtaining permanent connections, which is indispensable for manufacturing critical structures in aviation, space, electrotechnical and other industries.

**Keywords:** engineering training, narrow training areas, unique competencies, brazing, special departments, bachelor's degree, master's degree.

### REFERENCES

1. Petikova T.N. Konkurentosposobnost budushchego specialista kak pokazatel kachestva vuzovskoj podgotovki [Competitiveness of future specialist as an indicator of the quality of university training]. *Vestnik SGAU*. 2006, no. 2, pp. 24–26.
2. Krasnopevtseva I.V. Professionalnyj disbalans rynka truda kvalificirovannoj rabochej sily [Professional imbalance of the labor market for skilled labor]. *Vestnik NNGU im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: Socialnye nauki*. 2013, no. 3 (Part 1), pp. 315–321.
3. Vladimir Putin o roli inzhenernyh kadrov v konkurentosposobnosti gosudarstva [Vladimir Putin on the Role of Engineering Personnel in State Competitiveness]. Available at: <http://www.inesnet.ru/2014/06/vladimir-putin-o-rol-i-inzhenernyx-kadrov-v-konkurentosposobnosti-gosudarstva/> (accessed: 14.12.2020).
4. Lucas A. *Ancient Egyptian materials and industries*. London, Edward Arnold (publishers) Ltd., 1948. 570 p.
5. Petrunin I.E., Locmanov S.N., Nikolaev G.A. *Pajka metallov* [Metal brazing]. Moscow, Metallurgiya Publ, 1973. 280 p.
6. Grigorev B.L. *Pajka metallov i splavov* [Soldering of metals and alloys]. SPb, Politekhn Publ, 2017. 276 p.
7. *Svarka v SSSR. Tom 1. Razvitiye svarochnoy tekhniki i nauki o svarke. Tekhnologicheskiye protsessy, svarochnyye materialy i oborudovaniye* [Welding in the USSR. Volume 1. Development of welding technology and welding science. Technological processes, welding materials and equipment]. Moscow, Nauka Publ, 1981. 535 p.
8. Istoriya razvitiya pajki [History of soldering development in the USSR]. *Pereosnastka.ru*. Available at: <http://pereosnastka.ru/articles/istoriya-razvitiya-pajki/> (accessed: 14.12.2020).
9. Krasnopevtsev A.Yu. Otlichiya, preimushchestva i nedostatki pajki po sravneniyu so svarkoj [Differences, advantages and disadvantages of soldering compared to welding]. *Svarochnoe proizvodstvo*. 2020, no. 8, pp. 39–45.
10. *Inzhenernyj spravochnik po kosmicheskoy tekhnike* [Space Engineering Handbook]. By ed. A.V. Solodova. Moscow, Voenizdat Publ, 1977. 430 p.
11. *Spravochnik po pajke* [Soldering Guide]. By ed. I.E. Petrunina. Moscow, Mashinostroenie Publ, 2003, 480 p.

Received: 18.12.2020

# Инженерное образование

Адрес редакции:  
Россия, 119454, г. Москва  
проспект Вернадского 78, строение 7  
Тел./факс: (499) 7395928  
E-mail: 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. 25,94 Уч.-изд. л. 23,46.  
Заказ 165-20. Тираж 100 экз.



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

