

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



ISSN-2588-0306

29'2021



ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



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

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

29'2021

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

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

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

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» – 39921

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

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

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

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

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

Окончательное решение по публикации статьи принимает главный редактор журнала.

Все материалы размещаются в журнале на бесплатной основе.

Журнал издается два раза в год.

THE JOURNAL ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION OF RUSSIA



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

ENGINEERING EDUCATION

29'2021

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^o FS77-33704, dated 24 October 2008, founder – Association for Engineering Education of Russia)

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

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

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

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

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

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

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

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

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

Содержание	Contents
<p>ВОПРОШАНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА Лихолетов В.В.</p>	<p>7 QUESTIONING IN PROFESSIONAL AND CREATIVE WORK ACTIVITIES OF A MODERN ENGINEER Likholetov V.V.</p>
<p>ПРАКТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ, ВОСТРЕБОВАННЫХ ИНДУСТРИЙ 4.0 Меренков А.В., Мельникова О.Я.</p>	<p>23 ORGANIZATIONAL PRACTICES FOR THE TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN DEMAND BY INDUSTRY 4.0 Merenkov A.V., Melnikova O.Ya.</p>
<p>АПРОБАЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО СЕМИНАРА ПО ТЕМЕ «ВОВЛЕЧЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ В НАУЧНОИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ» Савинова О.В.</p>	<p>34 APPROBATION OF AN EXPERT SEMINAR ON “STUDENTS’ INVOLVEMENT IN RESEARCH WORK DURING STUDYING” Savinova O.V.</p>
<p>ИНТЕГРАЦИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН И ПРОЦЕДУР В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ЭСОО Кузлякина В.В.</p>	<p>45 INTEGRATION OF EDUCATIONAL DISCIPLINES AND PROCEDURES IN ENGINEERING EDUCATION BASED ON ESOO Kuzlyakina V.V.</p>
<p>ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ ОСОЗНАННОСТИ ИНТЕГРАТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕЗУЛЬТАТА В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МОДУЛЯ Феськова Е.В., Бутакова С.М.</p>	<p>53 FORMATION OF STUDENTS’ AWARENESS OF AN INTEGRATIVE EDUCATIONAL RESULT IN THE PROCESS OF MASTERING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL SCIENCE MODULE Feskova E.V., Butakova S.M.</p>
<p>МАГИСТРАТУРА В ИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ: ВЗГЛЯД СТУДЕНТОВ Тучина О.Р., Burlachenko Л.С.</p>	<p>64 MASTER’S DEGREE IN ENGINEERING: STUDENTS’ POINT OF VIEW Tuchina O.R., Burlachenko L.S.</p>
<p>РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ОПТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС Троян П.Е., Горощенко А.И., Жидик Ю.С.</p>	<p>72 DEVELOPMENT OF LABORATORY WORKS ON OPTICAL INFORMATION TRANSMISSION SYSTEMS FOR STUDENTS OF BASIC GENERAL EDUCATION AND THEIR IMPLEMENTATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS Trojan P.E., Goroshchenko A.I., Zhidik Yu.S.</p>
<p>ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ Романченко М.К.</p>	<p>84 APPLICATION OF SYSTEM DESIGN IN SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION Romanchenko M.K.</p>

- | | | |
|--|-----|--|
| ФОРМИРОВАНИЕ
ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ
КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА:
ОТ ДЕТСКОГО САДА ДО ВУЗА
Клименко Е.В., Никитина Г.В. | 95 | FORMATION OF PREAPPROFESSIONAL
COMPETENCIES
OF A FUTURE ENGINEER:
FROM KINDERGARTEN TO UNIVERSITY
Klimenko E.V., Nikitina G.V. |
| ХОЛИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ
КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
Пушных В.А. | 105 | HOLISTIC APPROACH
TO THE ENGINEERING EDUCATION
QUALITY
Pushnykh V.A. |

УДК 165+62

DOI 10.54835/18102883_2021_29_1

ВОПРОШАНИЕ В ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННОГО ИНЖЕНЕРА

Лихолетов Валерий Владимирович,

доктор педагогических наук, кандидат технических наук,
профессор кафедры экономической безопасности,
likholetov@yandex.ru

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»,
454080, Россия, г. Челябинск, пр. Ленина, 76.

Актуальность. Информатизация и цифровизация повысили неопределенность жизни общества, обострив проблему понимания реальности. Грамотное вопрошание важно как в обыденной, так и профессиональной деятельности любого человека. Однако здесь справедлива мысль, высказанная А.Ф. Кони по отношению к сфере права, что «юрист должен быть человеком, у которого общее образование идет впереди специального». Вопрошание – дело непростое, поэтому его плохая организация служит препятствием понимания проблемных ситуаций и эффективного решения нестандартных задач. **Цель исследования** – выявление надежного инструментария, помогающего современному инженеру лучше анализировать и решать творческие задачи. **Новизна.** При встрече человека с жизненными неприятностями вообще и при анализе проблем в профессиональной инженерной деятельности в частности вопрошание должно создать слаженное взаимодействие эмпатийно-рефлексивных инструментов, ведущих к согласованию ритмов работы рационального и эмоционального интеллектов человека. Современный инструментарий теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и системной инженерии наиболее «продвинуты» в этом направлении. **Теоретическая и практическая значимость.** Освоение процедур правильного вопрошания ориентировано на избавление современных инженеров от ошибок в их профессионально-творческой деятельности. Общее повышение культуры вопрошания в социуме позволит людям лучше понимать характер изменяющегося мира, что неизбежно скажется на улучшении качества их жизни. **Методология исследования.** Анализировались взгляды классиков философской и социально-психологической мысли на проблемы мышления, вопрошания, рефлексии и эмпатии. Опорой в работе служили: системный подход, методы анализа-синтеза систем, инструменты и модели ТРИЗ и системной инженерии, системы контрольных вопросов, сформировавшихся в разное время в лоне разных наук и технологий. **Результаты.** Вопрошание как компонента мышления исходно надпрофессионально и трансдисциплинарно (термин введен Ж. Пиаже ещё в 1970 г.). Несмотря на огромный объем исследований (от Сократа и Платона до настоящего времени) в сферах философии, логики, лингвистики, медицины, психологии и педагогики, права и инженерных наук проблема вопрошания, по-прежнему, – «terra incognita». Имеются пробы создания основ теории вопрошания, но концептуальный синтез достижений разных научных школ ещё не реализован. Препятствие на этом пути – консервация «расщепленности» человека всей совокупностью современных наук. Инструментарий современной ТРИЗ тесно связан с вопрошанием и ориентирован на согласованное взаимодействие рационального и эмоционального интеллектов человека в процессе решения нестандартных задач. В нем активно используется эмпатия и рефлексия. Ключевые инструменты ТРИЗ (прежде всего алгоритм решения изобретательских задач – АРИЗ) функционально ориентированы, надпрофессиональны и представляют собой свернутые практически до «ответного» формата «вопросно-ответные» системы.

Ключевые слова: вопрошание и мышление; инженерное дело и изобретательство; общая и профессиональная культура; задачные системы, их функциональная природа; инструментарий ТРИЗ и системной инженерии; алгоритмизация; эмпатия и рефлексия.

Введение

Серьезным препятствием для мышления современных людей, в том числе представителей инженерии, стала информатизация и цифровизация всех граней жизни, порождающая рост информационной неопределенности. На каждого человека в мире сегодня приходится информации в 320 раз больше, чем было во всей Александрийской библиотеке при Птолемею II. Объем информации в 2013 г. превысил 1,2 зеттабайта (зеттабайт – 10^{21} байтов), из

которых на нецифровую приходилось менее 2 %. Книгами в бумажном виде с таким объемом информации можно покрыть территорию США в 52 слоя [1]. Окруженный множеством поисковых сервисов (Google Now, Яндекс и др.), человек сегодня имеет, казалось бы, возможность получить почти мгновенно ответ на любой заданный вопрос. Однако в этом и состоит корень проблемы. Сформулировать и задать вопрос (систему вопросов) непросто. Ведь, по мысли А.Н. Леонтьева, «избыток ин-

формации ведет к оскудению души». Колоссальные (в потенции) возможности людей реализуются слабо. Часто их мышление устремляется в направлении эскалации ошибок и проблем. Например, в Швеции появилась проблема так называемых Интернет-больных, знающих о своих заболеваниях порой лучше, чем врачи. Можно лишь представить драматизм отношений между такими участниками лечебного процесса. Согласно М. Хайдеггеру, «...чем ближе мы подходим к опасности, тем... более вопрошающими мы становимся. Ибо вопрошание есть благочестие мысли» [2, с. 238]. Вопрошание – подсистема более сложной системы, которую надо проанализировать, чтобы понять природу вопросов и ответов. Такой целостностью обладают социальные практики управления или мышления и коррелирующие с ними типы коммуникации [3].

В свете изменения характера современной инженерной деятельности, которая все более становится надпрофессиональной [4], нет возможности видеть границы общей и профессиональной культур. Спасение видится в распространении мысли выдающегося юриста А.Ф. Кони о том, что «юрист должен быть человеком, у которого общее образование идет впереди специального» на всех представителях инженерной сферы.

В настоящее время масса выпускников инженерных специальностей занята совсем не творческим трудом, хотя этимология слова «инженер» совершенно точно предполагает инновационный характер его работы. На сегодня существует масса инженерных профессий, охватывающих все сферы жизни общества. По мере научного познания мира ускоряется процесс взаимопроникновения и взаимодополнения разных форм человеческой активности. Идет генерация гибридных профессий, имена которым даже дать трудно. Однако, по своей целевой ориентации на высокотехнологичные процессы создания искусственных систем (против которых, по известной мысли Мишеля Монтеня, «первая (естественная) природа не возражает»), а также по характеру труда, охватывающего все фазы их жизненного цикла, большинство новых профессий совершенно точно имеют инженерный характер [4].

Нет сомнения в том, что настоящий инженер должен уметь хорошо думать [5, 6]. Не случайно в старину на Руси военных инженеров называли «розмыслами».

Анализ проблемного поля исследования

Первые свидетельства «вопрошающего человеческого бытия» (формулировка М. Хайдеггера) дают письма Древнего Египта, например, «Беседа разочарованного со своим духом». В памятниках культуры Месопотамии («Энума элиш», эпосе о Гильгамеше (начала II тысячелетия до н. э.)), уже есть образцы префилософского вопрошания. Памятники культуры Древней Индии доносят до нас, например: сомнения древних в существовании богов; постановку философских вопросов («Ригведа»); столкновение мировоззрений в форме цепочки вопросов-ответов (Упанишады, VIII век до н. э.).

Вопрошание – метод философствования Сократа, содержащий три компоненты: иронии («я знаю, что ничего не знаю»), маевтики («искусства помощи рождению знания») и индукции («наведения» на пути восхождения от частного к общему). Им впервые сделан акцент на проблеме рефлексии. Сегодня, спустя огромный период времени, вопрошание Сократа используют в качестве критерия определения разумности компьютерных систем в сфере искусственного интеллекта. При прохождении теста Тьюринга оно открывает в рефлексивном диалоге новые возможности применения разных стратегий познания для анализа искусственных систем [7]. Даже беглый взгляд на сферу управления изменениями в современных социальных системах обнаруживает связь иронии, маевтики и индукции Сократа с триадой Курта Левина: «размораживание»; «движение»; «замораживание» [8].

Платон диалектиком называл тех, кто умел спрашивать и отвечать. В буддийской книге «Вопросы Милинды» (II век н. э.) дана первая классификация вопросов. Согласно Будде, есть четыре типа вопросов по характеру ответов. На смысловые вопросы следуют однозначные ответы, на вторые – с оговорками, на третьи отвечают встречным вопросом (вторые и третьи охватывают знания о мире), наконец, на четвертые (метафизические) – отклонением вопроса.

Интерес к проблеме вопросов-ответов не пропал в Средние века (теология «Ареопагитик», «Да и нет» («Sic et non») Пьера Абеляра, «Сумма теологии» Фомы Аквинского и др.). Несколько позже в своих «Правилах для руководства ума» Рене Декарт проанализировал структуру вопроса и его познавательные функции.

В диалектике И. Канта есть запрещенные вопросы – вопросы о долженствовании. Он писал: «Мы не можем даже спрашивать, что должно происходить в природе, точно так же, как нельзя спрашивать, какими свойствами должен обладать круг; мы можем лишь спрашивать, что происходит в природе и какими свойствами обладает круг» [9, с. 419]. По мнению исследователей, это представление Канта опровергнуто бурным развитием в XX веке инженерной деятельности и науки. Сегодня на этапе технического задания (обязательном этапе НИОКР) заказчик формулирует требования к свойствам проектируемого объекта. Разработчик не только может, но и должен спрашивать о будущих характеристиках объекта и способах их достижения [10]. Кардинальные изменения произошли и в отношении разрешимых и неразрешимых вопросов.

Ученые считают, что надо использовать вместо термина «вопрос» термин «проблема», т. к. вопрос важный, но вовсе не единственный элемент проблемы, включающей также предпосылочное знание, систему идеализаций, образ искомого решения и т. д. [11].

В новейшей истории логика вопросов-ответов связана с исследованиями Р. Ингардена и К. Айдукевича. За рубежом в работах по этой тематике значим вклад Т. Кубиньского, Г. Леонарда, Д. Харры, Г. Хижя, К. Хэмблина, в России – Д.А. Бочвара, Е.К. Войшвилло, П.В. Копнина, Ф.С. Лимантова, Ю.А. Петрова, В.К. Финна и др. Она изучает синтаксические и семантические особенности выражений, называемых вопросами и предпосылками вопросов. Понятия «вопрос», «ответ на вопрос» и «предпосылка вопроса» являются исходными в каждом из направлений их анализа.

В логической теории вопросов есть два подхода: лингвистический и компьютерный. В первом подходе материал для вопросов – реально существующие вопросы естественного языка. Именно в его рамках строится перевод вопроса в соответствующий ему интеррогатив. Такой перевод существует, если для этого вопроса может быть точно описан ответ, т. е. если определимо отношение «вопрос – ответ».

Исходный материал для формализации вопроса во втором подходе – формальный язык, ориентированный на решение совокупности информационно-поисковых задач. Каждой задаче соответствует предписание-императив

(требование решения). В этом подходе вопрос – это запрос, требование информации определённого рода, адресованное информационной системе. Логика вопросов широко используется в ряде направлений современной философии и социологии, а также для решения прикладных задач программирования, включающих, прежде всего, построение языков запросов к базам данных, систем информационного поиска, анализа больших объёмов данных и другие.

По Н. Белнапу и Т. Стиллу, центральное понятие логики вопросов-ответов – понятие прямого ответа, характеризуемого аспектами выбора, требованиям полноты и различия. Формализации вопросно-ответных отношений служат четырёхзначная логика, аппараты интуиционистской и релевантных логик. Истинность пресуппозиции вопроса – необходимое и достаточное условие существования истинного ответа на вопрос [12]. Другие исследователи отрицают возможность истинностной оценки вопросов, предпочитая говорить об их корректности.

Первичность вопроса состоит в том, что «... структура вопроса предполагается всяким опытом. Убедиться в чём-либо на опыте – для этого необходима активность вопрошания» [13, с. 426]. Вопрос труднее ответа, ведь чтобы спрашивать, следует знать о своём незнании. В ходе вопрошания идет погружение вопрошающего с помощью схем в реальность, где он получает ответы для разрешения своих проблем. Ученые выделяют разные типы вопрошания: доличностное и внеличностное, латентное и исходное, физикалистское, традиционное и проблематизирующее. Последнее вообще предполагает специальную подготовку, его даже относят к одному из видов методологической работы. Однако нужно учиться и другим типам вопрошания. Известно, что даже ученые люди не умеют задавать правильные вопросы [14].

В свете этого вопрошание объективно рассматривается исследователями как новая компетентность [15]. Они обращают внимание на то, что диалог обозначает вовсе не разговор двух и более людей. Греческие префиксы диа-(через) и ди-(два) схожи лишь внешне. Диалог означает «смысл, текущий через» и раскрывает процессы взаимопонимания, коммуникации и мышления. На базе анализа опыта успешных управленцев ученые центра лидерства Массачусетского технологического

института пришли к выводу, что активное вопрошание (active questioning) – одно из пяти базовых умений специалистов инновационной сферы [16].

В.А. Данилова и В.Е. Карастелев редуцируют доличностное, по В.М. Розину, вопрошание, называя его асимметричным (в нем одни участники взаимодействия имеют больше прав на задавание вопросов, чем другие), к личностному – симметричному вопрошанию. По их мнению, «... способность жить и работать в условиях неопределенности, новизны и быстрых изменений требует в первую очередь симметричного вопрошания и связанной с ним личностной («взрослой») готовности сотрудничать с окружающими, не перекладывая на них ответственность...» [15, с. 119]. Эти авторы взяли за прототип для практик симметричного вопрошания наработки по коллективной мыследеятельности и организационно-деятельностным играм, выполненные в свое время под руководством Г.П. Шедровицкого. Разработана карта современных направлений работы по вопрошанию [17], где среди практик вопрошания есть два базовых типа. Если первый предусматривает «работу с вопросами в тех профессиональных сферах, где для них есть кодифицированное место», то второй связан с «разработкой практик массового использования вопросов». Первый тип имеет истоки с начала новой эры, но активно развивался в XX веке в лоне психотерапии, журналистики, социологии, врачебной и правоохранительной деятельности [18]. Второй тип практик начал развитие с конца XX века, но уже породил могучий всплеск публикаций. Однако из поля зрения упомянутых выше авторов «выпали» значительные наработки по вопрошанию в области технического творчества, особенно теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). Помимо этого, в поле

их внимания не попали ввиду ограниченной доступности информационные технологии специальных служб, где вопрошанию всегда уделялось особое значение [19, 20].

Цель вопрошания – понять проблему и найти идею решения задачи. Даосский мудрец Чжуан-цзы (IV век до н. э.) хорошо выразился по этому поводу: «Для ловли рыбы нужны сети; но вот рыба поймана и люди забывают о сетях... Для поиска идей нужны слова; но постигнув идеи, люди забывают о словах...». Так возникает образ «сети вопрошания» – особым образом организованной системы вопросов.

История донесла до нас конструкты таких сетей, например, систему из семи вопросов римского ратора Марка Фабия Квинтилиана (табл. 1).

Признанием в любви к шести вопросам (как к «проворным слугам») пронизано написанное в начале XX века стихотворение «Six serving-men» Редьярда Киплинга, будущего Нобелевского лауреата (табл. 2).

Японским предпринимателем и изобретателем Сакити Тоедой – основателем Toyota Industries ещё в 1930-х гг. был разработан метод пяти «Почему?» (5 Whys), который компания Toyota использует для решения своих проблем до настоящего времени [21]. Его цель – поиск первопричины возникновения дефекта (проблемы) путем повторения вопроса «Почему?». Последующий вопрос задаётся к ответам на предыдущий. Число итераций вопроса (а их «5») подобрано эмпирически и считается достаточным для нахождения решения типичных проблем. Согласно методу, реальная первопричина должна указывать на процесс, который работает плохо или вообще отсутствует [22].

Публикации свидетельствуют о нарастающей актуальности проблемы вопрошания в современной мире. Ссылаясь на автора тео-

Таблица 1. Система вопросов Квинтилиана (I век до н.э.)

Table 1. The system of questions of Quintilian (I century BC)

№	Вид вопроса/Question type		Сущность вопроса The essence of the question
	на латыни/in latin	на русском языке/in Russian	
1	Quis?/Who?	Кто?/Who?	Субъект/Subject
2	Quid?/What?	Что?/What?	Объект/Object
3	Ubi?/Where?	Где?/Where?	Место/A place
4	Quibus auxiliis?/How?	Чем?/How?	Средства/Funds
5	Cur?/What for?	Зачем?/What for?	Цель/Target
6	Quomodo?/How?	Как?/How?	Метод/Method
7	Quando?/When?	Когда?/When?	Время/Time

Таблица 2. Система вопросов Киплинга (1902 г.)
Table 2. Kipling's System of Questions (1902)

Звучание вопроса/Sounding a question		Назначение вопроса Purpose of the question
по-английски/in English	по-русски/in Russian	
Who?	Кто?	Служит для формулировки вопросов о людях Serves to formulate questions about people
What?	Что, который?	Служит для вопросов, относящихся к вещам Serves for questions related to things
Where?	Где?	Используется для уточнения места события Used to clarify the location of the event
When?	Когда?	Служит цели уточнения даты, временного промежутка Служит цели уточнения даты, временного промежутка
Why?	Почему?	Служит цели выявления причины чего-либо Serves the purpose of identifying the cause of something
How?	Как?	Служит цели получения информации о каком-либо состоянии или способе Serves the purpose of obtaining information about any condition or method

рии «подрывных инноваций» Клейтона Кристенсена [23] (большого мастера задавать вопросы), Уоррен Бергер (создатель трехкомпонентной модели формулирования «красивых вопросов») пишет в своей книге, что многие бизнес-лидеры считают сегодня вопросы «неэффективным» инструментом, т. к. испытывают настолько сильное стремление действовать, что часто у них просто нет времени ставить под вопрос то, чем они занимаются (!) [24].

Философы считают, что именно умение ставить вопросы делает человека свободным [25]. Проблема современной системы образования состоит в том, что «...учебные заведения не просто не учат задавать вопросы – они приучают учеников избегать их как чего-то неуместного, вызывающего осуждение и конфликты» [15, с. 117]. Поэтому вопрос представляется нам своеобразным ключом к магическому замку познания.

Методология исследования

Мы опирались на взгляды классиков философской и социально-психологической мысли на проблемы вопрошания и мышления, рефлексии и эмпатии, системный подход, методы анализа-синтеза систем, инструменты и модели ТРИЗ, системной инженерии, анализ систем контрольных вопросов [26–29]. По Пьеру Тейяру де Шардену, рефлексия – знание человека о своем знании (незнании). За рубежом её трактуют как самоосознание (selfawareness) или понимание других людей (theory of mind). Вопрошание без эмпатии (от

греч. – «страсть, сострадание») представляется нам ушербным. Когнитивная и аффективные эмпатии базируются на широко эксплуатируемых на практике интеллектуальных процессах (сравнении, аналогии и т. п.), учеными доказана их тесная взаимосвязь с рефлексией [30].

Во многих сферах, в т. ч. в инженерии, эксплуатируются списки контрольных вопросов Дж. Пойа, Р.П. Кроуфорда, С.Д. Пирсона, А.Ф. Осборна, Т. Эйлоарта и др. [31]. Со временем они трансформировались в различные гибриды сжатого типа (например, «SCAMPER» Б. Эберле, 1997) или развернутые списки (например, «201 способ родить гениальную мысль» для рекламистов [32]). Большая часть списков контрольных вопросов страдает перегибом в сторону логики в ущерб эмоциональности и низкой инструментальностью (слабой функциональной ориентации вопросов), хотя Карлом Дункером ещё в 1920-е гг. выявлена первичность «функционального решения» и вторичность конкретного (конструктивного) решения [33].

Современную ТРИЗ и системную инженерию роднит междисциплинарный подход. Он охватывает усилия по развитию и верификации интегрированного и сбалансированного в полном жизненном цикле множества системных решений, касающихся людей, продуктов и процессов, которые удовлетворяют потребности заказчика. Уже в первой версии руководства НАСА по системной инженерии [34] был сформулирован корпус требований к личным качествам системного инженера:

готовность всегда учиться новому; видение целого (без потери цели); знание общесистемных закономерностей; способность связывать инженеров и управленцев в коммуникации (на базе единой терминологии); готовность к лидерству и к работе в команде (на базе многосторонних знаний); готовность к изменениям; готовность к работе в условиях неопределенности; ориентация на лучшее (при планировании худшего); знание множества технических дисциплин (на уровне эксперта); решительность; способность не только описывать, но и «чувствовать» процессы. Однако сформировать систему этих качеств в ходе профессиональной подготовки инженеров почти нереально, здесь нужна большая работа будущего инженера над собой в режиме непрерывного самообразования.

Результаты исследования и их обсуждение

Вопрошание инициирует мышление человека при решении любых задач. В словарях вопрос вообще отождествляется с задачей: «Задача – вопрос, требующий разрешения, то, что задано для решения, разрешения» [35]. Трактовка задачи в БСЭ также звучит как «...вопрос, требующий решения на основании определённых знаний и размышления». В любом случае вопрошание устремляет человека в надсистему. Образно, оно – некий полустанок на пути к будущему вокзалу знания и понимания. В таксономиях образовательных целей Б. Блума (1956), Н. Гронланда (1970), Л. Вандевельда (1975), А. Мелецинека (1977) понимание – вторая категория после знания. По исследованиям отечественных психологов на её долю приходится до 96 % всего времени решения задач [36]. Отсюда и следует вывод, что понимание задачи эквивалентно её решению.

В теории задач вопрос – знаковая модель требования познавательной или коммуникативной задачи (или части такого требования, относящейся хотя бы к одному из фигурирующих в задаче искомым предметам) [37, с. 89]. Знаковая модель соответствующего определенному вопросу результата решения познавательной задачи представляет собой ответ на указанный вопрос. Известна трехкомпонентность познавательных задач [38]. Описывая при моделировании процесс «оживления» задачной системы, обычно ведут речь о процедуре (Пр), отражающей перевод объекта из начального состояния (НС) в конечное состояние (КС). Трехкомпонентная конструкция задач ранее получила у нас имя «задача в динамике» [33]. В ходе подготовки инженеров почти все курсы (от математики и механики до спецдисциплин), формируют знания и навыки решения четко определенных инженерных задач [39, с. 12]. Лишь курс по методам инженерного творчества (или ТРИЗ) ориентирован на формирование у студентов навыков постановки творческих задач (табл. 3).

Проведем сопоставительный анализ ряда классификаций трехкомпонентных задачных систем, сохранив характерную терминологию, сложившуюся в разных сферах деятельности (табл. 4).

Как видно из табл. 4, первый тип задач (с полной определенностью компонент: НС, Пр и КС) традиционно используется в обучении, выполняя функцию примера конструктивно-технологических или параметрических решений в процессе инженерной подготовки. Задавать вопросы при этом незачем.

Здесь нами полностью разделяется мысль И. Ньютона о том, что «при изучении наук

Таблица 3. Характеристика инженерных задач
Table 3. Characteristics of engineering tasks

Показатели сравнения задач Comparison metrics	Инженерные задачи/Engineering tasks	
	четко определенные clearly defined	нечеткие (творческие) fuzzy (creative)
Постановка задачи Formulation of the problem	Имеется There is	Как правило, отсутствует Usually absent
Способ решения/Solution method	Как правило, указан/Typically specified	Не указан/Not specified
Обучающий пример Tutorial example	Имеется/There is	Отсутствует/Absent
Результат решения Result of the decision	Как правило, однозначен и известен преподавателю Typically unambiguous and known to the teacher	Как правило, многозначен и неизвестен преподавателю Typically ambiguous and unknown to the teacher

Таблица 4. Сопоставление классификаций задачных систем
Table 4. Comparison of task system classifications

№	Компоненты Components			Типология различных задачных систем/Typology of various task systems		
	Начальное состояние Initial state	Процедура Procedure	Конечное состояние Final state	познавательных cognitive [37, с. 94]	проблемных ситуаций problem situations [40, с. 21–24]	инженерных задач engineering tasks [41, с.15]
Инженерное дело/Engineering						
1	+	+	+	–	Обычные инженерные Conventional engineering	Показательные задачи Indicative tasks
Изобретательство/Invention						
2	–	+	+	Восстановления Recovery	Поиска сырья, источника энергии, информации Search for raw materials, energy sources, information	«Простые неосознанные» задачи, требующие нетривиальных путей, применения нетрадиционных эффектов "Simple unconscious" tasks requiring non-trivial ways, the use of non-traditional effects
3	+	–	+	Преобразования Transformations	Поиска новой технологии переработки сырья, преобразования энергии, информации Search for a new technology for processing raw materials, converting energy, information	«Риторические проблемы». Задачи поиска и совершенствования методов» «Rhetorical Problems». The tasks of searching and improving methods
4	+	+	–	Исполнения Executions	Поиска новой формы, конструкции, функции, материала Search for a new form, design, function, material	«Школьные» (для самостоятельной работы в обучении), с неопределенностью причин (технологии, мотивов) поведения, влияющих на результат "School" (for independent work in learning), with uncertainty about the reasons (technology, motives) of behavior that affect the result
5	–	–	+	Построения Constructions	Поиска нового сырья и новой технологии Search for new raw materials and new technology	«Неопределенные замкнутые». Открытия, эффекты, требующие объяснения и привязки к существующей системе знаний "Indefinite closed". Discoveries, effects requiring explanation and linking to the existing system of knowledge
6	+	–	–	Использования имеющегося состояния Using the existing state	Утилизации, эффективного использования резервов, обращения вреда в пользу, поиска нового применения известных объектов Disposal, efficient use of reserves, reversal of harm in favor, search for new use of known objects	«Классические проблемы». Совершенствования методов поиска решений, уточнения формулировки и определения результата «Classic Problems». Improving methods for finding solutions, clarifying the wording and determining the result
7	–	+	–	Использования процедуры Of use procedures	Практического применения открытий, результатов НИР, эффектов и явлений Practical application of discoveries, research results, effects and phenomena	«Академические проблемы». Открытия, ждущие своего применения «Academic Problems». Discoveries waiting to be applied
8	–	–	–	–	Новые, пока не существующие New, not yet existing	Неопределенные открытые проблемы Unspecified open problems

примеры полезнее правил», но излишне увлекаться иллюстрированием нельзя. Выдающийся отечественный педагог С.И. Гессен завещал обеспечивать в обучении равновесие «чудесного» и «проблемного», т. е. ухода от так называемого «занимательного образования» (оно ведет к воспитанию натур, подверженных соблазнам). Он, например, отмечал, что неудачи И.Г. Песталоцци были связаны с нарушением именно этого равновесия [42, с. 287].

Выделенный серым цветом в табл. 4 блок из шести типов задач (со 2 по 7) полностью ориентирован на развитие творчества обучающихся и предполагает их работу в условиях возрастающей информационной неопределенности (проблемности).

Рассмотрим «работу» инструментов творчества с позиций психологии. Не случайно базовая публикация Г.С. Альтшуллера (как «манифест ТРИЗ») была сделана в ведущем психологическом журнале страны [43]. Психология изобретательского творчества, по Альтшуллеру, – мост между субъективным миром психики человека и объективным миром техники, которая развивается по объективным законам. В указанной работе уже есть эмпатийная рекомендация – использовать при решении задач прообразы (аналоги) из природы, а также из других областей техники. При описании последнего этапа творческой работы (оценки сделанного изобретения) сделан выход на выявление соотношения между положительным техническим эффектом, даваемым изобретением, и затратами, необходимыми для его реализации, по сути, на формулу идеальности.

При описании трехфазного творческого процесса (прототипа алгоритма решения изобретательских задач – АРИЗ) с 1961 г. Альтшуллер начал активно использовать мощный эмпатийно-рефлексивный инструмент – понятие идеального конечного результата (ИКР) [44, с. 44]. По мере эволюции поколений АРИЗ [45], они все более насыщались не только логическими операторами организации рационального мышления, но и инструментами задействования эмоциональных структур мозга человека. В их числе операторы: формулирования противоречия (1961); типовые приемы разрешения технических противоречий (1963–1964); числовая ось и оператор «Размер-время-стоимость» (1973), методы «моделирование маленькими человечками» и фантограмма (1974); устранения специаль-

ных терминов при записи задачи, «золотой рыбки» (1977); многоэкранная схема мышления (1979) и др. Последняя схема, имеющая также название «Системный оператор» вообще уникальна, ведь она способствует системному осмыслению проблемной ситуации (неприятности) в хронотопе (единстве времени, пространства и действия системы). В версии АРИЗ-85В (она считается в ТРИЗ «классической») можно видеть операторы, ориентированные на работу левого полушария головного мозга, а также операторы, ориентированные на правое полушарие, задействующие эмоциональные «струны» человека (табл. 5)

Эволюция и верификация в течение 30 лет версий АРИЗ (56, 59, 61, 64, 65, 71, 71Б, 71В, 75, 82А, 82Б, 82В, 82Г, 85А, 85Б, 85В, где цифры – год выпуска, а буква – модификация версии) на множестве решенных задач в разных сферах техники привела к тому, что этот алгоритм как «вопросно-ответная» система превратился, на наш взгляд, в своеобразную чисто «ответную» систему (уже со «свернутым» вопрошанием).

Ведь цель вопрошания – получение ответов о существовании связей (взаимосвязей) между некоторыми элементами в системах и характере их функционирования. Многолетние исследования в рамках ТРИЗ позволили выявить (а также обобщить) и верифицировать систему этих необходимых, устойчивых, существенных и циклично повторяющихся взаимосвязей в системах не только технической природы. Выявлена стройная система общих законов организации (построения), функционирования и развития искусственных систем [29]. В связи с этим вопрошание своеобразно «свертывается».

В пользу этой мысли свидетельствует современная «свернутость» АРИЗ до ряда экспресс-вариантов («пятишаговка» А. Подкатилина, алгоритм С. Малкина и др.).

При развитии инструментария ТРИЗ выявилась необходимость улучшения первичной обработки производственных проблемных ситуаций. Первый вариант алгоритма выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ) был доложен на семинаре в Петрозаводске в 1993 г. и одобрен Альтшуллером. По нему было предложено вести первичную обработку проблемной ситуации на шести уровнях по ключевым вопросам: Кто? Где? Когда? Что? Почему? Как? [46]. Кратко сущность методики работы по АВИЗ отражена в табл. 6.

Таблица 5. Инструменты снятия психологической инерции в АРИЗ-85В**Table 5.** Tools for removing psychological inertia in ARIZ-85B

Название части Part name	Используемые операторы и их краткий комментарий Operators used and their brief comment
1. Анализ задачи Analysis of the problem	Терминологическая цепочка и запись мини-задачи в виде технического противоречия (ТП); визуализация схем конфликтов; введение некоего X-элемента (как «волшебной палочки», снимающей проблему) Terminology chain and record of a mini-task in the form of a technical contradiction; visualization of conflict schemes; introduction of a certain X-element (as a «magic wand» that removes the problem)
2. Анализ модели задачи Analysis of the problem model	Определение оперативной зоны ОЗ и оперативного времени (ОВ) («сжатие поискового поля»; анализ имеющихся вещественно-полевых ресурсов (ВГР) Determination of the operational zone and operational time («compression of the search field»; analysis of the available material-field resources)
3. Определение ИКР и ФП Definition of idealization and physical contradiction	Идеализация (ИКР); определение (формулировка) физического противоречия (ФП) Idealization; definition of physical contradiction
4. Мобилизация и применение ВГР Mobilization and use of material-field resources	Визуализация «моделированием маленькими человечками» (ММЧ); «шаг назад от ИКР» (рефлексия в зоне решения); минимизация ресурсов (цель – не использовать все ресурсы, а получить максимально сильный ответ при их минимальном расходе) Visualization by «modeling little people»; «A step back from idealization» (reflection in the solution zone); minimization of resources (the goal is not to use all the resources, but to get the strongest answer at their minimum consumption)
5. Применение информфунда Application of the information fund	Анализ возможности решения по стандартам; устранение ФП с помощью типовых преобразований; применение указателей физ-, хим-, геом- и др. эффектов Analysis of the possibility of a solution according to standards; elimination of physical contradictions using typical transformations; application of indicators of physical, chemical, geom and other effects
6. Изменение и (или) замена задачи Modifying and/or replacing a task	Эвристична сама замена задачи, переход от физического ответа к техническому (надо сформулировать способ, дать принципиальную схему устройства, осуществляющего способ) The replacement of the problem itself is heuristic, the transition from a physical answer to a technical one (it is necessary to formulate a method, give a schematic diagram of a device that implements the method)
7. Анализ способа устранения ФП Analysis of a way to eliminate a physical contradiction	Здесь везде «самость»: саморегулирование, самоустранение противоречия, желательна «без ничего» (повсюду налицо видна и рефлексия и эмпатия) There is «selfhood» everywhere: self-regulation, self-elimination of contradictions, preferably «without anything» (reflection and empathy are visible everywhere)
8. Применение полученного ответа Application of the received response	Осуществление, по сути, верификации полученного решения (при этом также используется рефлексия и эмпатия) The implementation, in fact, of the verification of the solution obtained (in this case, reflection and empathy are also used)
9. Анализ хода решения Analysis of the progress of the solution	Осуществляется рефлексия (самоанализ) совершенных действий Reflection (introspection) of committed actions is carried out

В 1990-е годы в связи с известным ухудшением состояния отечественной экономики и утратой предприятиями интереса к инновационному обновлению многие (особенно практико-ориентированные методики) в рамках ТРИЗ-движения получили свою расширенную апробацию за рубежом [4]. В известной мере они «сошлись» с методологией реинжиниринга (BPR), ориентированного на коренное осмысление и радикальное перепроектирование бизнес-процессов.

Однако корректное определение уровня необходимых и достаточных изменений на предприятиях (а они носят сложный технико-технологический и социально-экономический характер) – непростая задача. Об этом свидетельствует публикация [47], где описаны процедуры продвинутого вопрошания в рамках ТРИЗ-инжиниринга [48]. Они выводят на проблематику выявления ситуации определения первичности структурной организации (СО) или функциональной организации (ФО)

Таблица 6. Первичная обработка проблемной ситуации по АВИЗ
Table 6. Primary processing of the problem situation according to the algorithm for selecting inventive tasks

Имя уровня Level name	Вопрос Question	Сущность анализа и результаты Essence of the analysis and results
Социальный/Social	Кто?/Who?	Проводится анализ элементов проблемной системы и выявление конфликтующей пары (КП) элементов The analysis of the elements of the problem system and the identification of the conflicting pair (CP) of elements
Социально-производственный Socio-production	Где?/Where?	Осуществляется выход на локализацию неприятности – оперативную зону (ОЗ), т. е. место, где находится КП An exit to the localization of trouble is carried out – the operational zone (OZ), i. e. place where is CP
Производственно-технологический Production and technological	Когда?/When?	Технологии нет вне времени. Здесь идет выход на оперативное время (ОВ) – временной интервал реализации конфликта между элементами КП Technology is not timeless. Here comes the exit to the operational time (OB) – the time interval for the implementation of the conflict between the elements CP
Конструкторский Design	Что?/What?	Уточняется модель конфликта (неприятности) как следствия (формы проявления) проблемы Clarifies the model of the conflict (trouble) as a consequence (form of manifestation) of the problem
Исследовательский Research	Почему?/Why?	Осуществляется выход на причину, сущность неприятности – противоречие. Ответ на данный вопрос вскрывает причину неприятности (нежелательного эффекта) An exit to the cause is carried out, the essence of the trouble is a contradiction. The answer to this question reveals the cause of the trouble (unwanted effect)
Научный/Scientific	Как?/How?	Выход на способ перехода от причины к следствию (способ разрешения противоречия) Finding a way to move from cause to effect (a way to resolve a contradiction)

систем. Ученые-системщики считают важным рассмотрение их единства в составе единой функционально-структурной организации (ФСО). Если процесс анализа систем (при совершенствовании существующих систем – это аналог реинжиниринга) представлен переходом «СО → ФО → ФСО», то при синтезе (в случае создания принципиально новых систем) он развертывается в иной последовательности «ФО → СО → ФСО» [49].

В настоящее время развитие методологии вопрошания в данном направлении привело к оформлению в ТРИЗ-движении функционально-ориентированного информационного поиска (ФОИП или на англ. – FOS) [50]. Б. Злотин характеризует этот подход как «функционально-ориентированное проектирование» [51], а Ю. Даниловский обсуждает вопрос о статусе процедуры переноса технологий с использованием сходства функций как возможной научной дисциплины под условным названием «трансферология» [52]. По мнению ряда разработчиков ТРИЗ, данный проблемно-ориентированный поиск по действию (на англ. – action-problem oriented search – APOS) ставит основной целью поиск

решений проблем, сходных с имеющейся проблемой по действию технической системы (ТС) на её объект, взаимодействию (физическому, химическому, информационному, биологическому и др.) между ними или взаимодействию в какой-либо конфликтующей паре в ТС [53].

В известной мере это напоминает инструментированный аналог технологии «открытых инноваций» Генри Чезбро [54]. В последние годы ФОИП развивается и продолжает интенсивно использоваться в процессе выполнения консультационных проектов американской фирмой GEN3 Partners (позже – GEN3) и её партнера в России – компании «Алгоритм». Данный способ организации информационного поиска сегодня имеет соответствующую патентную охрану [55].

Заключение

1. Вопрошание играет колоссальную роль в жизни любого человека. Как составляющая мышления человека оно исходно надпрофессионально и трансдисциплинарно. Однако определить границы феномена вопрошания в феномене мыследеятельности трудно. Поэтому, несмотря на огромный объем исследо-

ваний (от Сократа и Платона до настоящего времени) в лоне философии и логики, социологии и лингвистики, медицины, психологии и педагогики, права и инженерных наук, проблема вопрошания, по-прежнему, – «terra incognita». Имеются пробы создания основ теории вопрошания, но концептуальный синтез достижений множества различных научных школ ещё не реализован. Препятствием на этом пути служит консервация «расщепленности» человека всей совокупностью современных наук.

2. В условиях роста числа нестандартных инженерных задач важно вести анализ проблем эффективного профессионального вопрошания в надсистеме – в системе сильного мышления, напрямую связанного с общей образованностью и культурой человека. Чрезмерная логизация (рациональность) или эмоциональность вопрошания порочны. Успех мышления напрямую связан с гармонизацией работы рационального и эмоционального интеллектов человека. Порожденный двуединством Г.С. Альтшуллера как «физика и «лирика» (выдающегося инженера и гениального писателя-фантаста), инструментарий современной ТРИЗ ориентирован на согласованное взаимодействие в продуктивном вопрошании рационального и эмоционального начал в мышлении. В нем изначально активно используются многие эмпатийные и рефлексивные приемы.

3. В процессе многолетней апробации при решении нестандартных задач в России и за рубежом инструментарий ТРИЗ прошел путь «развертывания-свертывания» согласно закону

повышения степени идеальности. В итоге появились эффективные универсальные инструменты, пригодные для решения изобретательских задач разного уровня. Их инвариантным ядром являются функционально ориентированные инструменты-операторы: быстрого выхода на первопричины неприятностей (нежелательных эффектов); поэтапного формулирования противоречий; формирования образа идеального решения; анализа ресурсов как средств разрешения противоречий; просмотра вариантов решений по «ветвям деревьев» (системы законов организации, функционирования и развития искусственных систем).

4. Любопытно, что в процессе эволюции инструментов ТРИЗ произошло «исчезновение» («свертывание») процедур вопрошания. Поэтому ключевые инструменты ТРИЗ сегодня функционально ориентированы, надпрофессиональны и представляют собой свернутые практически до «ответного» формата «вопросно-ответные» системы. «Продвинутые» инструменты ТРИЗ (типа ФОИП) – это современный вариант единства когнитивной рефлексии и эмпатии, опирающийся на инвариантное ядро ТРИЗ и новые цифровые технологии. Они поддерживаются современными компьютерными системами и ориентированы на поиск аналогов решений задач в ведущих отраслях техники для последующего осуществления их трансфера в новые продукты или технологии компаний, заинтересованных в лидерстве на рынках. Они способствуют резкому снижению затрат и повышению эффективности реализации их инновационных бизнес-проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Viktor Mayer-Schönberger, Kenneth Cukier. Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think – Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt, 2013. – 257 p.
2. Хайдеггер М. Время и бытие: статьи и выступления – М.: Республика, 1993. – 447 с.
3. Розин В.М. К построению теории вопрошания // Педагогика и просвещение. – 2018. – № 2. – С. 78–89.
4. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария ТРИЗ для формирования навыков инженеров будущего // Инженерное образование. – 2020. – Вып. 27. – С. 6–26.
5. Литвин С.С., Герасимов В.М. Если ты думаешь, что ты инженер – думай // Журнал ТРИЗ. – 1990. – № 2. – С. 50–52.
6. Madhavan Guru. Applied Minds: How Engineers Think. – W.W. Norton & Company, 2016. – 272 p.
7. Еровенко В.А. «Сократическое вопрошание» в рефлексивном диалоге онтологического теста Тьюринга // Сибирский философский журнал. – 2016. – Т. 14. – № 1. – С. 40–52.
8. Lewin K. Field theory in social sciences. – New York: Harper & Row, 1951. – 346 p.
9. Кант И. Сочинения: в 8 т. – М.: Чоро, 1994. – Т. 3. – 741 с.
10. Прытков В.П. «Искусство вопрошания» в философии И. Канта и современном дискурсе // Вестник Челябинского государственного университета. Философские науки. – 2016. – № 8 (390). – Вып. 41. – С. 62–72.

11. Прытков В.П. Структура научной проблемы // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 1. – С. 44–47.
12. Nuel D. Belnap, Thomas V. Steel. The logic of questions and answers. – Yale University Press, 1976. – 209 p.
13. Гадамер Х.-Г. Истина и метод: основы философской герменевтики – М.: Прогресс, 1988. – 699 с.
14. Розин В.М. Что такое вопрошание: сущность и типы? // Педагогика и просвещение. – 2016. – № 2. – С.159–165.
15. Данилова В.А., Карастелев В.Е. Искусство работы с вопросами – грамотность XXI века // Идеи и идеалы. – 2018. – № 2. – Т. 2. – С. 113–127.
16. Gregersen H. Questions Are the Answer: A Breakthrough Approach to Your Most Vexing Problems at Work and in Life. – New York: HarperBusiness. – 2018. – 336 p.
17. Карастелев В.Е. В чем состоит современная культура вопрошания? Как научить ставить собственные вопросы, а не заимствовать чужие? // Современное образование. – 2018. – № 4. – С.104–118.
18. Зайцева В.В., Григорьева В.С. Интеррогатив как основной речевой акт в структуре допросов // Вестник Ленинградского государственного университета им. А. С. Пушкина. – 2010. – Т.1. – № 3. – С.187–194.
19. Плэтт В. Информационная работа стратегической разведки. Основные принципы – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1958. – 343 с.
20. Власова М.Г. Разведывательный анализ как академическая дисциплина // Национальная безопасность / nota bene. – 2016. – № 1. – С. 116–128.
21. Оно Тайити. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2012. – 194 с.
22. Ivan Fantin. Applied Problem Solving. Method, Applications, Root Causes, Countermeasures, Poka-Yoke and A3. – Milan: Createspace, 2014. – 229 p.
23. Bower J.L., Christensen C.M. Disruptive Technologies: Catching the Wave // Harvard Business Review. – 1995. – Vol. 73. – № 1. – P. 43–53.
24. Warren Berger. A More Beautiful Question: The Power of Inquiry to Spark Breakthrough Ideas. – London: Bloomsbury, 2014. – 272 p.
25. Прытков В.П. Человек вопрошающий – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. – 280 с.
26. Берков В.Ф. Вопрос как форма мысли – Минск: БГУ, 1972. – 136 с.
27. Аверьянов Л.Я. Почему люди задают вопросы? – М.: Социолог, 1993. – 152 с.
28. Левенчук А. Системное мышление – Бостон-Ульдинген-Киев, Проект «Баловство», Толиман, 2019. – 534 с.
29. Альтшуллер Г.С., Злотин Б.А., Зусман А.В., Филатов В.И. Поиск новых идей: от озарения к технологии – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1989. – 381 с.
30. Beitel M., Ferrer E., Secero J.J. Psychological mindedness and awareness of self and others // Journal of Clinical Psychology. – 2005. – № 61(6). – pp. 739–750.
31. Линькова Н.П. 30 методов: что это такое? // Техника и наука. – 1983. – № 11. – С. 5–7.
32. Валладарес Дж.А. Ремесло копирайтинга – СПб.: Питер, 2005. – 272 с.
33. Лихолетов В.В. Типология задачных систем и их взаимосвязь в инженерном образовании, инженерном деле и изобретательстве // Инженерное образование. – 2019. – Вып. 25. – С.105–118.
34. NASA Systems Engineering Handbook. NASA, July 1995. SP-610S. 142 p. URL: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf (дата обращения: 16.04.2021).
35. Толковый словарь русского языка: В 4 т. / под ред. проф. Д.Н. Ушакова. – М.: ТЕРРА-Книжный клуб, 2007. – 752 с.
36. Карпов А.В. Структурно-функциональная организация процессов принятия решений в трудовой деятельности: дис... д-ра психол. наук. – М.: Ин-т психологии РАН, 1992. – 442 с.
37. Балл Г.А. Теория учебных задач: психолого-педагогический аспект – М.: Педагогика, 1990. – 184 с.
38. Reitman Walter R. Cognition and Thought: an information processing approach. – New York: John Wiley & Sons, Inc., 1965. – 312 p.
39. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества: учебное пособие – Машиностроение, 1988. – 368 с.
40. Скирута М.А., Комиссаров О.Ю. Инженерное творчество в легкой промышленности – М.: Лепромышлениздат, 1990. – 184 с.
41. Голибардов Е.И., Кудрявцев А.В., Синенко М.И. Техника ФСА – К.: Тэхника, 1989. – 239 с.
42. Гессен С.И. Основы педагогики. Введение в прикладную философию – М.: Школа-Пресс, 1995. – 448 с.
43. Альтшуллер Г.С., Шапиро Р.Б. О психологии изобретательского творчества // Вопросы психологии. – 1956. – № 6. – С. 37–49.
44. Альтшуллер Г.С. Как научиться изобретать – Тамбов: Книжное изд-во, 1961. – 128 с.
45. Королев В.А. Современные тенденции развития АРИЗ // Технологии творчества. – 1998. – № 1. – С. 8–23.

46. Иванов Г.И., Быстрицкий А.А., Никитин В.Н. Алгоритм выбора изобретательской задачи из производственной ситуации АВИЗ(п)-93 – Ангарск, 1993. – 32 с. Рукопись деп. в ЧОУНБ 02.02.1994, № 1709.
47. Лихолетов В.В. Интеллектуальные ориентиры инженеров в деле обновления современных производств // Инженерное образование. – 2017. – Вып. 22. – С. 52–58.
48. Литвин С.С. Типовые контрольные вопросы на информационном этапе ТРИЗ-инжиниринга // Журнал ТРИЗ. – 1995. – № 1(10). – С. 65–65.
49. Балашов Е.П. Эволюционный синтез систем – М.: Радио и связь, 1985. – 328 с.
50. Litvin S. New TRIZ-Based Tool-Function-Oriented Search (FOS) // Proceeding of TRIZ Future Conference: Florence, 3–5 November 2004. – pp. 505–509. URL: <http://www.triz-journal.com/archives/2005/08/04.pdf> (дата обращения: 16.04.2021)
51. Zlotin B., Zusman A. Instruments for Designing Consummate Systems. – April, 2008. URL: <http://www.triz-journal.com/archives/2008/04/03/> (дата обращения: 16.04.2021)
52. Даниловский Ю. Перенос технологий, или от кого «произошли» компьютеры? URL: <http://www.metodolog.ru/01351/01351.html> (дата обращения: 16.04.2021)
53. Axelrod B. New search and problem-solving TRIZ tool: Methodology For Action & Problem Oriented Search (APOS) Based On The Analysis Of Patent Documents // TRIZ Future 2005. Graz, Austria. 2005, November 16-18. University of Leoben, pp. 325–345.
54. Chesbrough H. Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology. – Boston: Harvard Business School, 2003. – 227 p.
55. Пат. 2506636 Российская Федерация, МПК G06F 17/30. Способ информационного поиска (варианты) и компьютерная система для его осуществления / И.С. Иванькович, С.А. Колчанов, С.С. Литвин, М.С. Рубин, А.В. Смирнов, Е.Л. Соколов, патентообладатель ООО «Алгоритм». – 2011132437/08; заявл. 01.08.2011; опубл. 10.02.2014.

Дата поступления: 10.02.2021.

UDC 165+62

DOI 10.54835/18102883_2021_29_1

QUESTIONING IN PROFESSIONAL AND CREATIVE WORK ACTIVITIES OF A MODERN ENGINEER

Valery V. Likholetov,

Dr. Sc., Cand. Sc., Professor of the Department of Economic Security,
likholetov@yandex.ru

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

Relevance. Informatization and digitalization have increased the uncertainty of society's life, exacerbating the problem of understanding reality. Competent questioning is important both in everyday and professional activities of any person. However, here the idea expressed by A.F. Kony in relation to the sphere of law is true, that "a lawyer should be a person who has a general education ahead of a special one". Questioning is not an easy task, so its poor organization serves as an obstacle to understanding problem situations and effectively solving non-standard tasks. **The purpose of the study** is to identify reliable tools that help a modern engineer better analyze and solve creative problems. **Novelty.** When a person meets with life's troubles in general and when analyzing problems in professional engineering in particular, questioning should create a well-coordinated interaction of empathic-reflexive tools that lead to the coordination of the rhythms of the work of the rational and emotional intelligences of a person. Modern tools of the theory of inventive problem solving (TRIZ) and system engineering are the most "advanced" in this direction. **Theoretical and practical significance.** Mastering the procedures of correct questioning is focused on getting rid of modern engineers from mistakes in their professional and creative activities. The general increase in the culture of questioning in society will allow people to better understand the nature of the changing world, which will inevitably affect the improvement of their quality of life. **Research methodology.** The views of the classics of philosophical and socio-psychological thought on the problems of thinking, questioning, reflection and empathy were analyzed. The mainstays were: the system approach, methods of analysis and synthesis of systems, tools and models of TRIZ and system engineering, systems of control questions that were formed at different times in the bosom of different sciences and technologies. **Results.** Questioning as a component of thinking is initially supra-professional and transdisciplinary (the term was introduced by Zh. Piaget in 1970). Despite the huge amount of research (from Socrates and Plato to the present time) in the fields of philosophy, logic, linguistics, medicine, psychology and pedagogy, law and engineering, the problem of questioning is still "terra incognita". There are attempts to create the foundations of the theory of questioning, but the conceptual synthesis of the achievements of different scientific schools has not yet been implemented. The obstacle on this path is the preservation of the "split" of man by the whole set of modern sciences. The tools of modern TRIZ are closely related to questioning and are focused on the coordinated interaction of the rational and emotional intellects of a person in the process of solving non-standard problems. It actively uses empathy and reflection. The key tools of TRIZ (first of all, the algorithm for solving inventive problems-ARIZ) are functionally oriented, superprofessional, and represent "question-and-answer" systems that are rolled up almost to the "response" format.

Keywords: questioning and thinking; engineering and invention; general and professional culture; problem systems, their functional nature; TRIZ and system engineering tools; algorithmization; empathy and reflection.

REFERENCES

1. Viktor Mayer-Schönberger, Kenneth Cukier. *Big Data: A Revolution That Will Transform How We Live, Work, and Think*. Eamon Dolan/Houghton Mifflin Harcourt, 2013. 257 p.
2. Heidegger M. *Vremya i bytiye: stati i vystupleniya* [Time and Being: Articles and Speeches]. Moscow, Respublika Publ., 1993. 447 p.
3. Rozin V.M. K postroyeniyu teorii voprosaniya [Towards the construction of the theory of questioning]. *Pedagogika i prosveshcheniye*. 2018, no. 2, pp. 78–89.
4. Likholetov V.V. Fitness tool solution theory inventive problems (TRIZ) for formation skills of future engineers. *Engineering education*. 2020, Iss. 27, pp. 6–26. *In Russ.*
5. Litvin S.S., Gerasimov V.M. Esli ty dumayesh, chto ty inzhener – dumay [If you think that you are an engineer - think]. *Zhurnal TRIZ*. 1990, no. 2, pp. 50–52.
6. Madhavan Guru. *Applied Minds: How Engineers Think*. W.W. Norton & Company, 2016. 272 p.
7. Erovenko V.A. «Sokraticheskoye voprosaniye» v reflektivnom dialoge ontologicheskogo testa T'yuringa ["Socratic questioning" in the reflexive dialogue of the ontological Turing test]. *Sibirskiy filosofskiy zhurnal*. 2016, Vol. 14, no. 1, pp. 40–52.
8. Lewin K. *Field theory in social sciences*. New York: Harper & Row, 1951. 346 p.
9. Kant I. *Sochineniya: v 8 tomah* [Works: in 8 volumes]. Moscow, Choro Publ., 1994, Vol. 3. 741 p.

10. Prytkov V.P. «Iskusstvo voprosaniya» v filosofii I. Kanta i sovremennom diskurse [“The art of questioning” in the philosophy of I. Kant and modern discourse]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta. Filosofskiy nauki*. 2016, no. 8 (390), Iss. 41, pp. 62–72.
11. Prytkov V.P. Struktura nauchnoy problem [The structure of the scientific problem]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya*. 2013, no. 1, pp. 44–47.
12. Nuel D. Belnap, Thomas B. Steel. *The logic of questions and answers*. Yale University Press, 1976. 209 p.
13. Gadamer H.-G. *Istina i metod: osnovy filosofskoy germeneytiki* [Truth and Method: Foundations of Philosophical Hermeneutics]. Moscow, Progress Publ., 1988. 699 p.
14. Rozin V.M. Chto takoye voprosaniye: sushchnost i tipy? [What is questioning: entity and types?]. *Pedagogika i prosveshcheniye*. 2016, no. 2, pp. 159–165.
15. Danilova V.L., Karastelev V.E. Iskusstvo raboty s voprosami – gramotnost XXI veka [The art of working with questions – literacy of the XXI century]. *Idey i idealy*. 2018, no. 2, Vol. 2, pp. 113–127.
16. Gregersen H. *Questions Are the Answer: A Breakthrough Approach to Your Most Vexing Problems at Work and in Life*. New York, HarperBusiness. 2018, 336 p.
17. Karastelev V.E. V chem sostoit sovremennaya kultura voprosaniya? Kak nauchit stavit sobstvennyye voprosy, a ne zaimstvovat chuzhiye? [What is the modern culture of questioning? How to teach you to pose your own questions, and not borrow someone else’s?]. *Sovremennoye obrazovaniye*. 2018, no. 4, pp. 104–118.
18. Zaytseva V.V., Grigoryeva V.S. Interrogativ kak osnovnoy rechevoy akt v strukture doprosov [Interrogative as the main speech act in the structure of interrogations]. *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A. S. Pushkina*. 2010, Vol. 1, no. 3, pp. 187–194.
19. Plett V. *Informatsionnaya rabota strategicheskoy razvedki. Osnovnyye printsipy* [Information work of strategic intelligence. Basic principles]. Moscow, Izdatelstvo inostrannoy literatury, 1958. 343 p.
20. Vlasova M.G. Razvedyvatelnyy analiz kak akademicheskaya distsiplina [Intelligence analysis as an academic discipline]. *Natsionalnaya bezopasnost / nota bene*. 2016, no. 1, pp. 116–128.
21. Ono Tayiti. *Proizvodstvennaya sistema Toyoty: ukhodya ot massovogo proizvodstva* [Toyota production system: moving away from mass production]. Moscow, Institut kompleksnykh strategicheskikh issledovaniy Publ., 2012. 194 p.
22. Fantin I. *Applied Problem Solving. Method, Applications, Root Causes, Countermeasures, Poka-Yoke and A3*. Milan, Createspace, 2014. 229 p.
23. Bower J.L., Christensen C.M. Disruptive Technologies: Catching the Wave. *Harvard Business Review*. 1995, Vol. 73, no. 1, pp. 43–53.
24. Warren Berger. *A More Beautiful Question: The Power of Inquiry to Spark Breakthrough Ideas*. London, Bloomsbury, 2014. 272 p.
25. Prytkov V.P. *Chelovek voprosayushchiy* [Questioning person]. Ekaterinburg, Izdatelstvo Ural. universiteta, 2006. 280 p.
26. Berkov V.F. *Vopros kak forma mysli* [Question as a form of thought]. Minsk: BSU Publ., 1972. 136 p.
27. Averyanov L.Ya. *Pochemu lyudi zadayut voprosy?* [Why do people ask questions?]. Moscow, Sotsiolog Publ., 1993. 152 p.
28. Levenchuk A. *Sistemnoye myshleniye* [Systems thinking]. Boston, Uldingen-Kiyev, Projekt «Balovstvo», Toliman, 2019. 534 p.
29. Altshuller G.S., Zlotin B.L., Zusman A.V., Filatov V.I. *Poisk novykh idey: ot ozareniya k tekhnologii* [Search for new ideas: from insight to technology]. Kishinev, Kartya Moldovenyaskie, 1989. 381 p.
30. Beitel M., Ferrer E., Cecero J.J. Psychological mindedness and awareness of self and others. *Journal of Clinical Psychology*. 2005, no. 61(6), pp. 739–750.
31. Linkova N.P. 30 metodov: chto eto takoye? [30 methods: what are they?]. *Tekhnika i nauka*. 1983, no. 11, pp. 5–7.
32. Valladares Dzh.A. *Remeslo kopiraytinga* [Copywriting craft]. SPb., Piter, 2005. 272 p.
33. Likholetoev V.V. Typology of problem systems and their interaction in engineering education, engineering and invention. *Engineering education*. 2019. Iss. 25, pp.105–118. In Rus.
34. NASA Systems Engineering Handbook. NASA, July 1995. SP-610S. 142 p. Available at: https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/nasa_systems_engineering_handbook_0.pdf (accessed 16.04.2021).
35. *Tolkovyy slovar russkogo yazyka: V 4 tomakh* [Explanatory dictionary of the Russian language: In 4 volumes]. By ed. D.N. Ushakova. Moscow, TERRA-Knizhnyy klub, 2007. 752 p.
36. Karpov A.V. *Strukturno-funktsionalnaya organizatsiya protsessov prinyatiya resheniy v trudovoy deyatel'nosti. Dr. diss.* [Structural and functional organization of decision-making processes in labor activity. Dr. diss.]. Moscow, Institut psikhologii RAN, 1992. 442 p.
37. Ball G.A. *Teoriya uchebnykh zadach: psikhologo-pedagogicheskiy aspekt* [Theory of educational tasks: psychological and pedagogical aspect]. Moscow, Pedagogika Publ., 1990. 184 p.
38. Reitman Walter R. *Cognition and Thought: an information processing approach*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1965. 312 p.

39. Polovinkin A.I. *Osnovy inzhenernogo tvorchestva: uchebnoye posobiye* [Fundamentals of engineering creativity: textbook]. Mashinostroyeniye Publ., 1988. 368 p.
40. Skiruta M.A., Komissarov O.Yu. *Inzhenernoye tvorchestvo v legkoy promyshlennosti* [Engineering creativity in light industry]. Moscow, Legprombytizdat Publ., 1990. 184 p.
41. Golibardov E.I., Kudryavtsev A.V., Sinenko M.I. *Tekhnika FSA* [Technique FCA]. Kiev, Tekhnika Publ., 1989. 239 p.
42. Gessen S.I. *Osnovy pedagogiki. Vvedeniye v prikladnuyu filosofiyu* [Fundamentals of Pedagogy. Introduction to Applied Philosophy]. Moscow, Shkola-Press, 1995. 448 p.
43. Altshuller G.S., Shapiro R.B. O psikhologii izobretatelskogo tvorchestva [On the psychology of inventive creativity]. *Voprosy psikhologii*. 1956, no. 6, pp.37–49.
44. Altshuller G.S. *Kak nauchitsya izobretat* [How to learn to invent]. Tambov, Knizhnoe izdatelstvo, 1961. 128 p.
45. Korolev V.A. Sovremennyye tendentsii razvitiya ARIZ [Modern trends in the development of ASIP]. *Tekhnologii tvorchestva*. 1998, no. 1, pp. 8–23.
46. Ivanov G.I., Bystritskiy A.A., Nikitin V.N. *Algoritm vybora izobretatelskoy zadachi iz proizvodstvennoy situatsii AVIZ(p)-93* [Algorithm for choosing an inventive problem from a production situation AVIZ (p)-93]. Angarsk, 1993. 32 p.
47. Likholetov V.V. Intellektualnyye oriyentiry inzhenerov v dele obnovleniya sovremennykh proizvodstv [Intellectual guidelines for engineers in modernizing modern production facilities]. *Engineering education*. 2017, Iss. 22, pp. 52–58.
48. Litvin S.S. Tipovye kontrolnyye voprosy na informatsionnom etape TRIZ-inzhiniringa [Typical control questions at the information stage of TRIZ-engineering]. *Zhurnal TRIZ*. 1995, no. 1(10), pp. 65–65.
49. Balashov E.P. *Evolyutsionnyy sintez system* [Evolutionary synthesis of systems]. Moscow, Radio i svyaz, 1985. 328 p.
50. Litvin S. New TRIZ-Based Tool-Function-Oriented Search (FOS). *Proceeding of TRIZ Future Conference*. Florence, 3–5 November 2004, pp. 505–509. Available at: <http://www.triz-journal.com/archives/2005/08/04.pdf> (accessed 16.04.2021)
51. Zlotin B., Zusman A. *Instruments for Designing Consummate Systems*. April, 2008. Available at: <http://www.triz-journal.com/archives/2008/04/03/> (accessed 16.04.2021)
52. Danilovskiy Yu. *Perenos tekhnologiy, ili ot kogo «proizoshli» kompyutery?* [Transfer of technologies, or from whom did computers “originate”?]. Available at: <http://www.metodolog.ru/01351/01351.html> (accessed 16.04.2021)
53. Axelrod B. New search and problem-solving TRIZ tool: Methodology For Action & Problem Oriented Search (APOS) Based On The Analysis Of Patent Documents. *TRIZ Future 2005*. Graz, Austria. 2005, November 16-18. University of Leoben, pp. 325–345.
54. Chesbrough H. *Open Innovation. The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Boston: Harvard Business School, 2003. 227 p.
55. Pat. 2506636 Rossiyskaya Federatsiya, MPK G06F 17/30. *Sposob informatsionnogo poiska (varianty) i kompyuternaya sistema dlya ego osushchestvleniya* [Patent 2506636 Russian Federation, IPC G06F 17/30. Method of information retrieval (options) and a computer system for its implementation]. I.S. Ivankovich, S.A. Kolchanov, S.S. Litvin, M.S. Rubin, A.V. Smirnov, Ye.L. Sokolov, patentoobladatel OOO «Algoritm». – 2011132437/08; zayavl. 01.08.2011; opubl. 10.02.2014.

Received: 10.02.2021.

УДК 316.334.22

DOI 10.54835/18102883_2021_29_2

ПРАКТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ, ВОСТРЕБОВАННЫХ ИНДУСТРИЙ 4.0

Меренков Анатолий Васильевич,

доктор философских наук, профессор,
заведующий кафедрой прикладной социологии,
anatoly.mer@gmail.com

Мельникова Ольга Ярославовна,

кандидат социологических наук,
преподаватель кафедры прикладной социологии,
arteolya@yandex.ru

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
620083, г. Екатеринбург, ул. Ленина 51.

Статья посвящена рассмотрению практик организации подготовки молодых специалистов, способных после окончания вуза успешно выполнять задачи производства в соответствии с требованиями индустрии 4.0. Разработка, внедрение и распространение робототехники, искусственного интеллекта и других «сквозных» технологий актуализирует проблему подготовки инженерных кадров. В условиях нового технологического уклада требуется изменить систему обучения студентов в вузах. В статье приводятся материалы социологических исследований, проведенных с 2016 по 2020 годы методом глубинного интервью с работодателями, представляющими крупный и средний бизнес. С периодичностью раз в два года было опрошено свыше 80 руководителей разных структурных подразделений промышленных предприятий и организаций, в штате которых трудятся молодые специалисты. В ходе исследования выявлены требования работодателей к выпускникам вузов, получена информация о готовности участвовать в повышении качества профессиональной подготовки студентов. Проанализированы новые практики обучения будущих инженеров для работы в условиях индустрии 4.0. Приводится пример работы проекта «Национальная технологическая инициатива», запущенного в России в 2017 году. Проект представляет собой комплекс мероприятий, направленный на формирование и реализацию девяти перспективных направлений на основе «сквозных» технологий. Для подготовки требуемых специалистов созданы Центры компетенций и Университет НТИ 20.35. Анализируется опыт США, где с 2012 года проходит Национальный день производства (т.н. MFG Day). Помимо MFG Day рассматривается опыт организации проектного обучения на основе заявок организаций с целью решения конкретных рабочих задач силами студентов. Показано, что включение в разработку проектов подкрепляет интерес к профессии и мотивирует студентов к трудоустройству по специальности. Возрастает понимание значимости знаний, получаемых по базовым предметам в первые годы учебы. Предлагается конкретное решение по совершенствованию системы взаимодействия вузов с работодателями с целью подготовки востребованных инженерных кадров, работа которых может способствовать выходу России на глобальный рынок по развитию «сквозных» технологий, востребованных индустрией 4.0.

Ключевые слова: индустрия 4.0, инженерные кадры, практики организации инженерного образования, проектное обучение, система высшего образования, «сквозные» технологии

Введение

В 2016 году в Давосе Президентом Всемирного экономического форума (ВЭФ) К. Швабом [1] было озвучено, что с начала 2000-х годов человечество находится на пороге Четвертой промышленной революции (индустрии 4.0). Переход к новому этапу развития общества опирается на Третью (цифровую) революцию и характеризуется «"вездесущим" и мобильным Интернетом, миниатюрными производственными устройствами, искусственным интеллектом и обучающимися машинами». Основными драйверами развития общества

выступают во взаимосвязи технологические достижения физического, цифрового и биологического мира [2]. Запускается процесс обновления технического оснащения предприятий, возникает необходимость непрерывного освоения работниками новых знаний и умений, усиливается конкуренция между странами за технологическое лидерство. В условиях нового технологического уклада предъявляются иные требования к знаниям и навыкам специалистов, трансформируется система организации учебного процесса, появляются новые профессии взамен устаревшим, неко-

торые из них и вовсе исчезают. Обсуждение данных вопросов представлено в работах зарубежных и российских исследователей.

Обзор литературы

Опираясь на данные Министерства труда США, Дж. Мин и его коллеги [3] сообщают о сокращении рабочих мест на две трети с 1960 по 2014 годы. Причиной стало увеличение производительности труда и средней почасовой заработной платы. Она выросла на 85 % с 1973 по 2014 годы. В то же время, появились новые рабочие места в результате автоматизации производства. Происходит замена человека робототехникой. Особенно активно этот процесс идет в автомобилестроении, сырьевой и электронной промышленности.

Американские исследователи К.Б. Фрей и М.А. Осборн [4] считают, что 47 % рабочих мест в США будут заменены системами с искусственным интеллектом в ближайшие 10–20 лет, а в Корее – 57 % [5]. На 2016 год 70 % специалистов от общей численности рабочей силы в Корее занимают должности с высокой степенью риска замены их труда роботами [6]. Из-за таких рисков, работникам потребуется существенно повысить квалификацию, либо приобрести новую профессию. Согласно данным международной компании McKinsey к 2030 году во всем мире почти 375 миллионов человек должны получить новые профессиональные знания и умения в связи с повсеместным внедрением компьютерной техники [7].

Анализ зарубежных и российских работ показал, что не существует единого мнения о том, какие навыки должны получить работники, чтобы быть востребованными на рынке труда. По мнению французских исследователей М. Аннунциаты и Х. Буржуа [8], современные специалисты должны обладать навыками STEM, креативностью, критическим мышлением, способностями решать новые производственные задачи. В условиях повсеместного внедрения технологических разработок в рабочие процессы навыки STEM становятся базовыми для работы в любой сфере деятельности. Кроме того, по данным исследования, проведенного И.А. Шегловой, Ю.Н. Корешниковой, О.А. Паршиной среди российских работодателей, большинство считает наличие навыков критического мышления неотъемлемым условием успешного трудоустройства и выполнения работником требований

современного производства [9]. Специалистам требуется наличие такой универсальной компетенции как «системное и критическое мышление», формируемое при подготовке будущих молодых кадров и переобучения ныне работающих. На наш взгляд, этого недостаточно. В условиях конкурентной борьбы между странами требуется выработать у работников личную потребность в освоении нового, что появляется как на отечественных предприятиях, так и в других странах. Возникает необходимость формирования еще в период получения профессии такой универсальной компетенции, как способности интересоваться новым, что проявляется в профессиональной деятельности и оперативно осваивать новации на своем рабочем месте.

Румынские исследователи Е. Готсман-Берковичи и А. Берковичи выделяют четыре группы навыков, освоение которых требуется специалистам для успешной работы в условиях перехода к новому технологическому укладу [7]. Первая из них – базовые навыки. Имеются в виду направленность на знание цифровых технологий и владение базовыми математическими способностями. Вторая — навыки межличностного общения, выражающиеся в способности к профессиональному общению с коллегами по работе, руководством, налаживанию связей с заказчиками, потребителями продукции. Третья – профессиональные навыки, определяющие квалифицированное выполнение трудовых обязанностей. Наконец, четвертая группа – способность приобретать новые компетенции на протяжении всей жизни. Решить данную задачу трудно, если не выработан в процессе обучения навык участия в создании и внедрении разных новаций.

В 2020 году на ВЭФ были названы профессии, которые будут востребованы в ближайшем будущем (Care Professions, Data and Artificial Intelligence, Engineering and Cloud Computing, Green Professions, Marketing, Sales and Content, People and Culture, Product Development) и навыки, которыми должны обладать специалисты каждой из перечисленных [10]. Оказалось, что любая профессиональная деятельность в том или ином виде предполагает наличие компьютерной грамотности. В одном случае, это может быть программирование, а в другом — использование аналитических методов, параллельная обработка данных и т. д.

Во многих развитых странах представленные группы профессий и навыков востребованы работодателями уже сейчас и от того, насколько система образования готова подготовить требуемых специалистов зависит экономическое и политическое положение государства в мировом сообществе. В состязании за технологическое лидерство особую роль и значение приобретает подготовка кадров для тех отраслей экономики, которые в первую очередь способствуют переходу на новый этап технологического развития [11].

Еще в конце XX века профессиональное образование было направлено на приобретение знаний и навыков, актуальность которых могла сохраняться на протяжении 10–15 лет после получения диплома. Организация учебного процесса преимущественно основывалась на освоении теории, которой было достаточно для работы на производстве. Материально-техническое оснащение, условия выполнения труда, требования к работникам не менялись десятилетиями.

Уже на рубеже XXI века, когда человечество находилось на пороге Третьей цифровой революции стало очевидным, что знаний, полученных в вузе при традиционной системе обучения недостаточно для выполнения профессиональных задач. Совершенствование технологий, техническое переоснащение предприятий, повсеместное внедрение компьютерной техники привели к появлению у работодателей более высоких требований к подготовке молодых специалистов. В условиях работы с искусственным интеллектом, необходимостью обработки больших данных, возможностями облачного хранения информации, робототехники и других достижений индустрии 4.0 потребовался переход к более высокой ступени организации профессионального образования. Такой ступенью стала модель образования 4.0.

Данная модель включает восемь наиболее важных направлений, нацеленных на формирование четырех базовых навыков молодых специалистов путем изменения системы организации обучения. Требуемыми провозглашаются навыки «всемирного гражданства» (имеется в виду знание о процессах, происходящих в мировой науке, технологиях, производствах и готовность активно осваивать новое); умение включаться в инновационную, творческую деятельность; умение использовать новейшие технологии, появляющиеся в

разных сферах производства, общественной жизни; осуществлять коммуникацию, направленную на совместный поиск способов развития профессиональной, социокультурной и иной деятельности [12]. Следует отметить, что российскими исследователями годом ранее были обозначены подобные навыки как наиболее востребованные компетенции в условиях цифровой экономики и перехода к индустрии 4.0 [13]. Решение данных задач требуют глубоких преобразований в организации системы высшего и среднего профессионального образования.

Данная проблема обсуждалась на международной сетевой научно-практической конференции «Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 – СИНЕРГИЯ-2019», прошедшей в Казанском технологическом университете. Отмечалось, что, с одной стороны, повсеместное внедрение цифровых технологий, искусственного интеллекта и робототехники влечет за собой сокращение инженерных кадров, с другой стороны, потребность в инженерах, соответствующих новым требованиям, возрастает. Выпускники вузов должны, в частности, обладать более высоким уровнем знаний по естественнонаучным, техническим и математическим наукам [14]. В 2020 году на юбилейной пятой конференции «Синергия» участники вновь обозначили сохраняющуюся проблему «дефицита квалифицированных инженерных кадров новой генерации». «Рынок труда требует от выпускников инженерных вузов освоения широкого спектра компетенций: предпринимательских, способности обучаться самостоятельно в течение жизни, умения фокусироваться на решении проблем, а не на накоплении знаний» [15]. Обучение должно быть индивидуальным и по гибкому графику, доступным и при необходимости инклюзивным, проблемным и совместным, а также непрерывным.

Результаты исследований

В период с 2016 по 2020 годы методом глубинного интервью нами проводились опросы работодателей, представляющих крупный и средний бизнес. С периодичностью раз в два года было опрошено свыше 80 руководителей разных структурных подразделений промышленных предприятий, организаций, имеющих опыт взаимодействия с молодыми специалистами. Целью исследования было выявление

требований к качеству подготовки выпускников вузов, а также выяснение готовности участвовать в ее повышении. На протяжении всего периода исследования респондентами отмечался недостаток навыков практической деятельности. «Теорию еще как-то знают, но как ее применить при решении конкретных задач, – вот проблема. Приходится тратить время на переобучение. Уходит несколько месяцев» (гл. инженер, 2016 г.). «Качество подготовки молодых инженеров весьма низкое. Не умеют решать производственные проблемы, которые постоянно возникают. Самостоятельно выполнить работу, которую им поручают, многие не могут» (нач. цеха, 2018 г.).

Некоторыми отечественными и зарубежными исследованиями данное явление называется «skill gap» под которым понимается «разрыв между ожиданиями работодателей и имеющимися на рынке труда компетенциями выпускников профессиональных учебных заведений» [16]. Для преодоления этого разрыва в Болгарии выпускникам в возрасте до 29 лет, которые не смогли найти место работы, предлагается участие в программе «Начало карьеры». Она позволяет молодым специалистам в течение 9 месяцев получать опыт трудовой деятельности органах управления региона. Другой проект «Старт карьеры в Благоевградской области» помогает получить постоянные рабочие места, повысить квалификацию [17].

В 2018 году нами изучалось мнение выпускников вузов о проблемам адаптации к требованиям работодателей (630 человек). Исследование показало, что 67 % отмечают низкий уровень организации производственной практики по многим специальностям [18]. Одна из причин заключается в отсутствии постоянных договоров вузов с предприятиями, где она проводится. Многие работодатели не готовы создавать необходимые условия для получения будущими инженерами умений, которые позволят им успешно включиться в работу той организации, где станут трудиться после окончания вуза. Исследование, в котором было опрошено 1230 студентов, проведенное в 2020 году во время пандемии, выявило новое требование работодателей, связанное с практикой владения разными программами, позволяющими трудиться удаленно. «Нынешний выпускник должен владеть очень хорошо компьютером, иметь опыт выполнять на дому работу, которую ему поручают. Это важно, когда нужно обработать большие базы дан-

ных, найти сведения о тех технологиях, которые применяются на предприятиях у нас и за рубежом. Все это сделать самому без подсказки» (нач. отдела, 2020 г.).

Работодатели отмечали в качестве главного недостатка низкий уровень умения самостоятельно находить литературу, в которой представлены сведения о новых технологиях, технических устройствах, которые начинают применяться на других отечественных и иностранных предприятиях. «Многие из выпускников не имеют навык постоянно искать новое, что применяется другими специалистами в нашей отрасли. Они считают, что достаточно приобрести навык пользоваться определенной методикой и можно успокоиться. Отсутствует желание быть лучше других, а без него совершенствовать профессионализм нельзя» (ген. директор, 2018 г.). «Преодоление последствий пандемии в условиях обострения конкуренции между странами требует специалистов, которые не только находят перспективные разработки, но и сами могут предложить то, что другие пока не делают» (зам. нач. отдела, 2020 г.). Для того, чтобы выпускники вузов соответствовали таким требованиям, необходимо существенно изменить систему организации взаимодействия вузов с предприятиями, для которых они готовят кадры.

В связи с этим, рассмотрим отечественные и зарубежные практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0. Прежде всего отметим внедрение в ряде вузов России новых педагогических технологий с целью формирования у студентов навыков решения сложных инженерных проблем. Применяются когнитивные технологии, направленные на выработку алгоритмов освоения и обработки новой информации, «умения находить эффективные решения, нестандартно мыслить и быстро соображать» [19].

Для развития этих навыков в 2017 году в России стартовал проект «Национальная технологическая инициатива» (НТИ). Проект представляет собой комплекс мероприятий, направленных на формирование и реализацию девяти перспективных направлений на основе новых «сквозных» технологий. Под «сквозными» технологиями понимаются аддитивные технологии (3D технологии), обработка больших данных, создание систем искусственного интеллекта, кибербезопасность, облачные вычисления, робототехника

и т. д. [20]. К реализации проекта привлекаются не только специалисты высокого уровня из крупного, среднего, малого бизнеса, но и школьники, студенты колледжей, вузов. Для подготовки требуемых специалистов созданы Центры компетенций (Центры) и Университет НТИ 20.35 (Университет).

Центры представляют собой сеть инженерно-образовательных сообществ, организованных на базе отечественных вузов и научных организаций, область интересов которых охватывает развитие новых технологий. Результатами работы Центров становятся подготовка востребованных специалистов, рост доходов от той деятельности, которой занимаются все стейкхолдеры Центра, а также количество запатентованных технологий, что позволяет обеспечить развитие экономики страны.

В настоящее время исследовательская и образовательная деятельность Центров осуществляется во взаимодействии с вузами, технологическими компаниями, расположенными преимущественно в Европейской части России, значительно реже с привлечением региональных образовательных организаций и иных партнеров. Такое расположение, на наш взгляд, является одним из недостатков в работе Центров. Крупнейшие промышленные предприятия страны сосредоточены в таких регионах как Урал, Сибирь и Дальний Восток, а обучение специалистов ведется в основном в Москве и Санкт-Петербурге. Несмотря на создание магистерских направлений подготовки, по которым уже прошли обучение сотни студентов, для большинства российской молодежи доступность получения навыков инновационной деятельности может стать реальной проблемой. Кроме того, отсутствие таких Центров в регионах свидетельствует о слабой образовательной и научно-исследовательской базе на местах. Также остается нерешенным вопрос организации качественной и современной подготовки специалистов во взаимодействии с предприятиями.

Создание цифрового Университета призвано в определенной мере решить проблему реализации и доступности образования, позволяющего успешно создавать и использовать технологии, соответствующие индустрии 4.0. Университет выступает одной из онлайн-практик организации проблемного обучения, направленного на приобретение опыта решения конкретных задач развития разных отраслей отечественной промышлен-

ности. Он принципиально отличается от других отечественных образовательных организаций и ему пока нет аналогов за рубежом. Основное отличие заключается в формировании и реализации индивидуальной траектории обучения учащихся в возрасте от 20 до 35 лет. Под индивидуальной траекторией понимается подбор конкретных курсов обучения в зависимости от пробелов в уровне знаний испытуемого. В процессе учебы роль тьютора (наставника обучения) минимальна. Его основная задача состоит в правильном определении целей обучения поступающего, возможном изменении траектории в середине освоения курсов и реализации ожиданий на выходе. Потенциальными учащимися могут стать действующие работники разных организаций, а также талантливые студенты вузов. Основная цель Университета – получение и развитие востребованных компетенций для формирования технологических лидеров и команд, которые смогут реализовать мероприятия проекта НТИ, а также приобретение базовых компетенций по «сквозным» технологиям на онлайн-платформах. Выпускнику Университета, успешно освоившему программу, предлагают участие в разработке востребованных НТИ технологических продуктов или получение дополнительного образования уже в рамках ведущих вузов или научных организаций. Однако создатели Университета информируют о дорогой стоимости освоения предлагаемых курсов. Только в начале работы для компаний НТИ будут выделяться квоты по подготовке технологических лидеров. Такое положение существенно снижает его доступность.

За 2019 год в Университете 4000 человек стали участниками проектно-образовательных интенсивов как «Остров 10–22» и «Зимний Остров»; более 5 000 студентов прошли проектное обучение, в том числе по индивидуальным траекториям; 600 студенческих команд приняли участие в освоении новых проектно-образовательных программ; более 50 компаний приняли участие в акселерационных и проектно-образовательных ускоренных программах с целью выхода на мировой рынок; 40 вузов приняли решение о внедрении проектного обучения и индивидуальных траекторий студентов в свою образовательную программу.

Благодаря таким показателям у России повышаются возможности конкурировать с

другими странами в условиях перехода к индустрии 4.0. Однако согласно ежегодному Глобальному индексу конкурентоспособности ВЭФ по данным 2019 года Россия занимала 43 место из 141 возможного, как это было три назад [21]. Отмечается тенденция к снижению количества квалифицированных кадров на российском рынке труда. Несмотря на то, что «уровень образования остается относительно высоким, его качество не поспевает за потребностями современной экономики» [22]. Следовательно, принимаемых мер явно недостаточно для того, чтобы обеспечить подготовку в вузах специалистов, способных решать задачи нового технологического уклада, основанного на постоянном создании инновационных технологий и технических систем.

Обратимся к примеру других стран, пытающихся модернизировать образование, исходя из требований индустрии 4.0. В США с 2012 года проходит Национальный день производства (т. н. MFG Day). Его создание инициировано Институтом производства (The Manufacturing Institute), партнером которого является Национальная Ассоциация производителей (National Association of Manufacturers). Представленный Институт специализируется на обрабатывающей промышленности (<https://www.creatorswanted.org/mfgday/>).

Изначально MFG Day подразумевал проведение экскурсий на предприятиях обрабатывающей промышленности для школьников, студентов и их родителей, преподавателей, специалистов и других заинтересованных лиц. В 2016 году в мероприятиях MFG Day приняли участие более 600 000 человек, из них 267 000 были студентами. Во время экскурсий проводились опросы, по результатам которых оказалось, что 64 % студентов после участия в данном мероприятии приняли решение продолжить работу в обрабатывающей промышленности, 71 % студентов и 91 % преподавателей сказали, что они готовы поделиться с друзьями, семьей, родителями или коллегами информацией о производстве после посещения мероприятия [23].

Благодаря популярности и широте охвата как организаторов, так и участников MFG Day стал проводиться ежегодно в первую пятницу октября и иногда продолжается в течение месяца. Сегодня проведение MFG Day преследует цель продемонстрировать на местном, национальном и глобальном уровнях то, как выглядит высокотехнологические отрасли

производства изнутри. Участники обмениваются опытом, налаживают взаимодействие с предприятиями, образовательными и научными организациями, помогают молодежи определиться с их карьерными интересами. Несмотря на пандемию, в 2020 году данное мероприятие состоялось.

В рамках работы MFG Day некоторые предприятия стали проводить практические интенсивы. К примеру, в 2018 году Национальным центром оборонного производства и механообработки (National Centre for Defense Manufacturing and Machining) в партнерстве с Фондом Арконик (Arconic Foundation) и Общественным колледжем округа Уэстморленд (Westmoreland County Community College) проводился учебный курс, рассчитанный всего на половину рабочего дня по основам аддитивного производства, робототехники и другим «сквозным» технологиям [23].

Экскурсии, интенсивы, приглашенные эксперты вовлекают молодежь в производственные процессы. В свою очередь, это становится фактором выбора дальнейшего места работы среди студентов, формирования интереса к определенному роду деятельности среди школьников и их родителей. Кроме того, результатами работы MFG Day часто выступают создание на базе образовательных и научных организаций курсов обучения, налаживание партнерских отношений с разными предприятиями.

Примером практики организации работы предприятий со студентами выступает курс «Engineering 100» (ENG 100) [24], организованный при Мичиганском университете. Помимо лекционной части, в рамках данного курса были организованы студенческие команды по изучению производства квадрокоптера. Большинство таких аппаратов производят в Азии, что экономически не выгодно для других государств, где они также популярны. Поэтому были организованы студенческие команды, работающие в специализированных лабораториях для сборки передовых беспилотных летательных аппаратов (DJI F330 и DJI Spark). Студенты демонстрировали свою конструкцию, рекламируя потенциальным покупателям. Кроме того, в университете начали работу по созданию проекта завода по сборке беспилотных летательных аппаратов в Мичигане. Преимущества такой системы организации обучения будущих инженеров заключается в том, что студентам предоставля-

ют возможность внести свой вклад в решение конкретных производственных задач за время обучения.

В России с 2018 года внедряется система проектного обучения с первого курса с целью формирования у будущих специалистов навыков решения производственных проблем, имеющихся у предприятий. Она строится на выполнении заявок различных организаций на реализацию конкретной задачи силами студентов под руководством преподавателя. В течение года, взаимодействуя с представителями заказчика, группа студентов разрабатывает инновационный проект решения определенной проблемы, опираясь на имеющиеся у предприятия материально-технические возможности, или предлагая применить новые технологии, технические устройства. Глубинные интервью с работодателями (18), проведенные в 2020 году, показал, что такая форма взаимодействия с вузами, вызывает интерес. «Мы давно сотрудничаем с вузами, которые готовят нужных нам специалистов. Идея подключения студентов с первого курса к решению конкретных технических задач привлекает тем, что позволяет выявить тех, кто обладает большими способностями. Такие студенты, получая базовые знания, уже могут придумывают нечто интересное, что можно довести до реализации на практике» (нач. отдела).

В то же время возникают вопросы, связанные с возможностями, имеющимися у разных организаций. «У нас есть опыт предоставления студентам возможности пройти производственную практику на 3–4 курсах. Показываем, рассказываем, даем несложные задания. Если возникает необходимость решить сложную задачу, то обращаемся к специалистам из вузов, имеющих опыт создания новых технологий. Что можно поручить студентам, обучающимся на первом или втором курсе, сказать трудно. К тому же, нужно выделить наших людей, которые будут с ними заниматься. Они, если надо, и сами решат за короткое время задачу, которой студенты будут заниматься целый год» (нач. цеха).

Опрос директоров институтов Уральского федерального университета, готовящих будущих инженеров, позволил выделить положительные результаты проектного обучения. «Мы уже третий год реализуем такую систему обучения, сотрудничая с предприятиями в сфере энергетики Свердловской области.

Они дают заказ на разработку конкретной задачи. Создается группа студентов первого, второго курсов из 3–7 человек под руководством преподавателя кафедры. Они совместно с представителем предприятия в течение нескольких месяцев занимаются поиском метода решения проблемы. Это побуждает студентов лучше понять, чем им предстоит заниматься в будущем. Возрастает понимание значимости знаний, получаемых по базовым предметам. Конечно, придумывают нечто интересное около 20 %, остальные больше формально принимают участие. Но выявляются те, кто перспективен. В таком специалисте заинтересованы те, для кого он создавал проект» (дир. Уральского энергетического института УрФУ).

Глубинные интервью со студентами (10), получившие опыт проектного обучения, выявил их отношение к новой форме ознакомления с будущей трудовой деятельностью. «Само приглашение принять участие в разработке задания предприятия вызвало интерес. Хотелось ознакомиться на практике с тем, чему будут учить четыре года. Сразу возникли трудности, вызванные тем, что школьных знаний явно недостаточно, а специальных мы еще не получили. Хорошо, что помогал разобраться в технических вопросах специалист предприятия. От него получили те знания, которые нам дадут на третьем курсе. Стало понятно, чем занимаются выпускники нашей специальности» (специальность – теплотехника, 1 курс). «Некоторые студенты из нашей группы после прохождения обучения задумались о смене профессии. Они надеялись, что после ее получения станут разрабатывать сложные инновационные проекты. Оказалось, инженеры выполняют простые задания, связанные с возможностями использования имеющихся машин для решения конкретных задач. Это не интересно» (специальность – эксплуатация электрооборудования, 1 курс). Актуальной проблемой становится соответствие проектных заданий студентам, которые только поступили в вуз, уровню их знаний, а также включение их в работу, которая требует проявления творческих способностей.

Широкое привлечение промышленных предприятий к реализации системы проектного обучения потребует от них, во-первых, разработку специальной программы ежегодной модернизации конкретных технологий, технических систем, рабочих мест, чтобы

обеспечить заказами на инновационную деятельность значительную часть студентов разных курсов. Во-вторых, оперативное внедрение проектов, предлагаемых ими при наличии необходимых материальных и финансовых средств. Смогут ли включиться в такую систему подготовки молодых специалистов, приобретающих в течение всего периода обучения навыки конструирования нового, передового, значительная часть предприятий, организаций страны? «Думаю, что только крупные предприятия, уже давно сотрудничающие с местными вузами, смогут откликнуться на такое предложение вузов. Средний бизнес вряд ли...» (зам. гл. инженера).

Возникает проблема побуждения работодателей к новой форме участия в подготовке молодых специалистов. В настоящее время руководителям предприятий проще и легче найти среди выпускников вузов тех, кто успешно справится с их требованиями, чем постоянно заниматься выработкой у больших групп студентов навыков творческой деятельности. Возникает столкновение государственных интересов, связанных с формированием молодых специалистов, способных обеспечить высокие темпы технологического и технического развития страны, и частных, связанных с получением собственной выгоды от постоянного участия в процессе развития у студентов навыков проектирования новаций. Требуется на государственном уровне решать проблему определенного стимулирования крупного, среднего, малого бизнеса, активно взаимодействующего с вузами в реализации целей перехода к индустрии 4.0 [25].

Дискуссия

В условиях перехода российского государства на новый технологический уклад предъявляются более высокие требования к знаниям и навыкам инженерных кадров. Реальность выполнения производственных задач зависит от качества подготовки молодых специалистов. Предпринятые в последнее время такие меры как включение работодателей в состав комиссий, проводящих государственную итоговую аттестацию, обязательное наличие на кафедрах практиков, работающих на предприятиях, для которых готовят молодых специалистов пока не привели к тому, что работодатели в полной мере удовлетворены качеством их подготовки. Перспективной практикой решения этой задачи стал переход на проектное обучение студентов, получающих от работодателей заказы на конкретные разработки, реализация которых ведет к ускорению темпов развития всей отечественной промышленности. Вузы делают первые шаги для перехода на новые технологии обучения, дело за представителями крупного, среднего, малого бизнеса.

Рассмотренные практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0 носят неисчерпывающий характер и безусловно должны быть дополнены другими не менее важными действиями, предпринимаемые всеми заинтересованными сторонами. Одними из таких действий являются применение смешанного обучения с использованием онлайн-инструментов [26], проектный подход к внедрению индивидуальной образовательной траектории [27].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Изд-во Эксмо, 2016. – 138 с.
2. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. – М.: Изд-во РАН, 2017. – 64 с.
3. Min J. et al. The Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Occupational Health and Safety, Worker's Compensation and Labor Conditions // *Safety and Health at Work*. – 2019. – № 10. – P. 400–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>
4. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2017. – № 114. – P. 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
5. Se-Um K. Analysis of high-risk employment ratio // *Labor Rev*. – 2016. – P. 49–58.
6. Park G.Y., Chon Y.M., Son Y.S. A Study on the Effects of Jobs on Technological Change // *Korea Employment Information Service*. – 2016.
7. Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution // *Amfiteatru Economic*. – 2019. – Special Issue 13. – P. 884–895. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2019/S13/884>

8. Annunziata M., Bourgeois H. The Future of Work: How G20 Countries Can Leverage Digital-Industrial Innovations Into Stronger High-Quality Jobs Growth // *Economics*. 2018. – № 12(42). – P. 1–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-42>
9. Шеглова И.А., Корешникова Ю.Н., Паршина О.А. Роль студенческой вовлеченности в развитии критического мышления // *Вопросы образования*. – 2019. – № 1. – С. 264–289. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-1-264-289>
10. *Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy* // World Economic Forum [WEF]. – 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/jobs-of-tomorrow-mapping-opportunity-in-the-new-economy> (дата обращения 07.04.2021).
11. Монахов И.А. Образовательный практики технической направленности для подготовки будущих инженеров в США // *Инженерное образование*. – 2017. – № 22. – С. 102–108.
12. *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution* // World Economic Forum [WEF]. – 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution> (дата обращения 07.04.2021).
13. Ермакова Ж.А. Подготовка кадров для цифровой экономики в Оренбургском государственном университете // *Высшее образование в России*. – 2019. – Т. 28. – № 7. – С. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-129-138>
14. Кондратьев В.В., Галиханов М.Ф., Осипов П.Н., Шагева Ф.Т., Кайбияйнен А.А. Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) // *Высшее образование в России*. – 2019. – Т. 28. – № 12. – С. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>
15. Галиханов М.Ф., Барабанова С.В., Кайбияйнен А.А. Основные тренды инженерного образования: пять лет международной сетевой конференции «Синергия» // *Высшее образование в России*. – 2021. – Т. 30. – № 1. – С. 101–114. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-1-101-114>
16. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) для формирования навыков инженеров будущего // *Инженерное образование*. – 2020. – № 27. – С. 6–26.
17. Меренков А.В., Сандлер Д.Г., Шаврин В.С. Особенности изменений ориентаций выпускников бакалавриата на трудоустройство // *Образование и наука*. – 2019. – Т. 21. – № 10. – С. 116–142. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-10-116-142>
18. Mingaleva Z.A., Vukovic N.A. Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of industry 4.0. // *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*. – 2020. – Vol. 8. – Special issue of Current Research and Trends in Cognitive Sciences 2020. – P. 93-101. DOI: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101>
19. Bal H.C., Erkan C. Industry 4.0 and Competitiveness // *3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship* // *Procedia Computer Science*. – 2019. – № 158. – P. 625–631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
20. Университет 20.35 / АСИ. – Екатеринбург: Издательские решения, 2017. – Т. 34. – 50 с. URL: [https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-751207e431](https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-ea751207e431)(дата обращения 07.04.2021).
21. Who Will Finance Innovation? // *The Global Innovation Index [GII]*. – 2020. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/Home> (дата обращения 07.04.2021).
22. Schwab K. *The Global Competitiveness Report 2019* // World Economic Forum. – 2019. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (дата обращения 07.04.2021).
23. Rumsey A., Morehouse J.B., Densmore C. Evaluating Manufacturing Workforce Development Initiatives in Georgia // *47th SME North American Manufacturing Research Conference*. *Procedia Manufacturing*. – 2019. – № 34. – P. 1030–1042.
24. Michigan Engineering Associate Dean for Undergraduate Education. *Engineering 100: Introduction to Engineering*. URL: <https://eng100.engin.umich.edu> (дата обращения 07.04.2021).
25. Меренков А.В. К вопросу о формировании инновационного климата в России // *Известия Уральского государственного университета*. – 2010. – № 1(73). – Серия 3. Общественные науки. – С. 110–117.
26. Ольховая Т.А., Пояркова Е.В. Новые практики инженерного образования в условиях дистанционного обучения // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 8/9. – С. 142-154. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-142-154>
27. Данейкин Ю.В., Калинин О.Е., Федотова Н.Г. Проектный подход к внедрению индивидуальной образовательной траектории в современном вузе // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 8/9. – С. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116>

Дата поступления: 10.04.2021

UDC 316.334.22

DOI 10.54835/18102883_2021_29_2

ORGANIZATIONAL PRACTICES FOR THE TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN DEMAND BY INDUSTRY 4.0

Anatoly V. Merenkov,

Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Applied Sociology,
anatoly.mer@gmail.com

Olga Ya. Melnikova,

Cand. Sc., Lecturer at the Department of Applied Sociology,
Arteolya@yandex.ru

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
51, Lenin str., Yekaterinburg, 620083, Russia.

The article focuses on the consideration of organizational practices for the training of young specialists who are able to successfully perform production tasks in accordance with the requirements of Industry 4.0 after graduation. The development, implementation and distribution of robotics, artificial intelligence and other "end-to-end" technologies actualizes the problem of the training of engineering personnel. In the context of the new technological order, it is necessary to change the system of educating students at universities. The article provides the materials of numerous sociological researches conducted from 2016 to 2020 by the method of in-depth interviews with employers representing large and medium-sized businesses. More than 80 heads of various structural divisions of industrial enterprises and organizations employing young specialists were interviewed every two years. In the course of the study, we identified the requirements of employers to university graduates and obtained the information on the readiness to participate in improving the quality of professional training of students. New practices for the training of future engineers for work in Industry 4.0 are analyzed. An example of the work of the "National Technology Initiative" project launched in Russia in 2017 is provided. The project is a set of measures aimed at the formation and implementation of nine promising areas based on "end-to-end" technologies. To train the required specialists, Competence Centers and the NTI University 20.35 were created. The experience of the USA, where the National Manufacturing Day (the so-called MFG Day) has been held since 2012, is analyzed. In addition to MFG Day, the experience of organizing project training based on applications from organizations is considered in order to solve specific work problems by students. It is shown that inclusion in the development of projects reinforces interest in the profession and motivates students to find employment in their field. The understanding of the importance of knowledge gained in basic subjects in the first years of study is growing. A specific solution is proposed to improve the system of interaction between universities and employers in order to train in-demand engineering personnel, whose work can contribute to Russia's entry into the global market for the development of "end-to-end" technologies demanded by Industry 4.0.

Keywords: industry 4.0, engineering personnel, organizational practices for engineering education, project training, higher education system, "end-to-end" technologies

REFERENCES

1. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The fourth industrial revolution]. Moscow, Eksmo Publ., 2016. 138 p.
2. Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. *Tsifrovaya ekonomika: mify, realnost, perspektiva* [Digital Economy: Myths, Reality, Perspective]. Moscow, RAS Publ., 2017. 64 p.
3. Min J. et al. The Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Occupational Health and Safety, Worker's Compensation and Labor Conditions. *Safety and Health at Work*. 2019, no. 10, pp. 400–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>
4. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*. 2017, no. 114, pp. 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
5. Se-Um K. Analysis of high-risk employment ratio. *Labor Rev*. 2016, pp. 49–58.
6. Park G.Y., Chon Y.M., Son Y.S. A Study on the Effects of Jobs on Technological Change. *Korea Employment Information Service*. 2016.
7. Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution. *Amfi-teatru Economic*. 2019, Special Issue 13, pp. 884–895. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2019/S13/884>
8. Annunziata M., Bourgeois H. The Future of Work: How G20 Countries Can Leverage Digital-Industrial Innovations Into Stronger High-Quality Jobs Growth. *Economics*. 2018, no. 12(42), pp. 1–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-42>

9. Shcheglova I.A., Koreshnikova Yu.N., Parshina O.A. Rol studencheskoy вовлеченности v razvitii kriticheskogo myshleniya [The role of student involvement in the development of critical thinking]. *Voprosy obrazovaniya*. 2019, no. 1, pp. 264–289. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-1-264-289>
10. Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy. *World Economic Forum* [WEF]. 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/jobs-of-tomorrow-mapping-opportunity-in-the-new-economy> (accessed 07.04.2021).
11. Monakhov I.A. Obrazovatel'nyy praktiki tekhnicheskoy napravlenosti dlya podgotovki budushchikh inzhenerov v SShA [Educational practice of technical orientation for training future engineers in the USA]. *Engineering Education*. 2017, no. 22, pp. 102–108.
12. Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum* [WEF]. 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution> (accessed 07.04.2021).
13. Ermakova Zh.A. Podgotovka kadrov dlya tsifrovoy ekonomiki v Orenburgskom gosudarstvennom universitete [Training of personnel for the digital economy at the Orenburg State University]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2019, Vol. 28, no. 7, pp. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-129-138>
14. Kondratyev V.V., Galikhanov M.F., Osipov P.N., Shageva F.T., Kaybiyaynen A.A. Inzhenernoye obrazovaniye: transformatsii dlya industrii 4.0 (obzor konferentsii) [Engineering Education: Transforming Industry 4.0 (Conference Review)]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2019, Vol. 28, no. 12, pp. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>
15. Galikhanov M.F., Barabanova S.V., Kaybiyaynen A.A. Osnovnyye trendy inzhenernogo obrazovaniya: pyat let mezhdunarodnoy setevoy konferentsii «Sinergiya» [The main trends in engineering education: five years of the international network conference “Synergy”]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2021, Vol. 30, no. 1, pp. 101–114. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-1-101-114>
16. Likholetov V.V. Fitness tool solution theory inventive problems (TRIZ) for formation skills of future engineers. *Engineering education*. 2020, no. 27, pp. 6–26. In Russ.
17. Merenkov A.V., Sandler D.G., Shavrin V.S. Osobennosti izmeneniy oriyentatsiy vypusnikov bakalavriata na trudoustroystvo [Features of changes in the orientation of graduates of bachelor's degree to employment]. *Obrazovaniye i nauka*. 2019, Vol. 21, no. 10, pp. 116–142. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-10-116-142>
18. Mingaleva Z.A., Vukovic N.A. Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of industry 4.0. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*. 2020, Vol. 8, Special issue of Current Research and Trends in Cognitive Sciences 2020, pp. 93–101. DOI: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101>
19. Bal H.C., Erkan C. Industry 4.0 and Competitiveness // 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship. *Procedia Computer Science*. 2019, no. 158, pp. 625–631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
20. *Universitet 20.35 / ASI* [University 20.35 / ASI]. Yekaterinburg, Izdatelskie resheniya Publ., 2017, Vol. 34, 50 p. Available at: https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-ea751207e431 (accessed 07.04.2021).
21. Who Will Finance Innovation? *The Global Innovation Index* [GII]. 2020. Available at: <https://www.globalinnovationindex.org/Home> (accessed 07.04.2021).
22. Schwab K. The Global Competitiveness Report 2019. *World Economic Forum*. 2019. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf (accessed 07.04.2021).
23. Rumsey A., Morehouse J.B., Densmore C. Evaluating Manufacturing Workforce Development Initiatives in Georgia. 47th SME North American Manufacturing Research Conference. *Procedia Manufacturing*. 2019, no. 34, pp. 1030–1042.
24. Michigan Engineering Associate Dean for Undergraduate Education. *Engineering 100: Introduction to Engineering*. Available at: <https://eng100.engin.umich.edu> (accessed 07.04.2021).
25. Merenkov A.V. K voprosu o formirovanii innovatsionnogo klimata v Rossii [On the formation of an innovative climate in Russia]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010, no. 1(73), Seriya 3. Obshchestvennyye nauki, pp. 110–117.
26. Olkhovaya T.A., Poyarkova E.V. Novyye praktiki inzhenernogo obrazovaniya v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [New practices of engineering education in the context of distance learning]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2020, Vol. 29, no. 8/9, pp. 142–154. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-142-154>
27. Daneykin Yu.V., Kalinskaya O.E., Fedotova N.G. Proyektnyy podkhod k vnedreniyu individual'noy obrazovatel'noy trayektorii v sovremennom vuze [Project approach to the implementation of an individual educational trajectory in a modern university]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2020, Vol. 29, no. 8/9, pp. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116>

Received: 10.04.2021

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_3

АПРОБАЦИЯ ЭКСПЕРТНОГО СЕМИНАРА ПО ТЕМЕ «ВОВЛЕЧЕННОСТЬ СТУДЕНТОВ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ ВО ВРЕМЯ ОБУЧЕНИЯ»

Савинова Олеся Вячеславовна,

кандидат геолого-минералогических наук, доцент отделения геологии
Инженерной школы природных ресурсов,
logvinenkoov@tpu.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, 635050, г. Томск, пр. Ленина, 30.

Цель данной статьи показать результаты исследования механизмов оценки вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения (НИР, НИРС) методом экспертного семинара. Респондентами исследования явились студенты и сотрудники Томского политехнического университета. В результате проведенного исследования было выявлено, что существует разница в том, как относятся студенты и преподаватели к оценке вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения. Хотя, в целом, и студенты, и преподаватели называют схожие препятствия и рекомендации для решения проблемы. Полученные результаты исследования в дальнейшем могут быть использованы для повышения и эффективности работы студентов в научно-исследовательской деятельности.

Ключевые слова: качество образования, научно-исследовательская работа студентов (НИРС), экспертный семинар, качество подготовки инженеров.

Введение

Совсем недавно была объявлена новая программы господдержки «Приоритет-2030», цель которой увеличить вклад университетов «в достижение национальных целей развития РФ», обеспечить «сбалансированное пространственное развитие страны» и доступности **качества образования** в регионах [1]. Как говорят некоторые специалисты [2–5]: «экономике будущего необходим качественно новый человеческий капитал». Современные социально-экономические вызовы России и мира подталкивают к пересмотру образовательных моделей в стране. Приоритетными качествами становятся не только умение разбираться в той или иной технологии и уметь ее применять, но и способность предвидеть «технологические изменения и находить в сегодняшней действительности «ростки» этих изменений» [6].

Научно-исследовательская работа студентов в университете является своего рода «мостом» между полученными знаниями в рамках образовательной программы и возможностью познакомиться с деятельностью реального производства. Участвуя в научно-исследовательской работе, студенты получают возможность расширить круг компетенций и тем самым повысить свою профессиональную пригодность [7].

В связи с этим, представляется определенный интерес в изучении причин и механизмов влияющих на вовлеченность студентов в научно-исследовательскую деятельность по направлению подготовки в процессе обучения.

1. Теоретическая часть.

Методология исследования

Для оценки состояния вовлеченности студентов в НИР использован метод экспертного семинара. Экспертный семинар – это коллективная работа, направленная на анализ имеющийся проблемы, проведение оценки состояния проблемы, определение признаков и индикаторов состояния проблемы, анализ состояния и определение вызовов и путей ее решения [8–10]. В представленном исследовании в качестве экспертов выступили студенты направления «Прикладная геология» и преподаватели Томского политехнического университета. В данном случае, основной акцент компетентности экспертов делался не по признаку занимаемой должности или уровень квалификации, а на опыт, непосредственную вовлеченность и знание проблемы «изнутри» [8].

Структура экспертного семинара может быть описана следующим алгоритмом:

Этап 1: Вводная информационная часть;

Этап 2: Индивидуальная и командная экспертная оценка;

Этап 3: Построение проверочной матрицы оценки состояния проблемы;

Этап 4: Определение препятствий и формулирование рекомендаций для решения проблемы.

Общая продолжительность семинаров составила 8 академических часов (по 4 академических часа на студентов и преподавателей, соответственно). В семинаре приняло участие 19 респондентов: 12 студентов и 7 преподавателей.

2. Практическая часть. Результаты

Этап 1: Вводная информационная часть

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

Участие и вовлеченность студентов в научно-исследовательскую работу во время освоения основной образовательной программы является одной из важных форм образовательного процесса. Но что же такое

«вовлеченность»? Участниками экспертного семинара было предложено следующее определение-допущение. Вовлеченность студентов в результативную научно-исследовательскую деятельность – это активность студентов при проведении научно-исследовательской работы. На основании определения-допущения была сформулирована рабочая гипотеза: чем больше и продуктивнее студенты участвуют в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки во время обучения, тем лучше результаты обучения они достигнут. По исходу, была определена цель семинара: оценить степень вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения на примере Томского политехнического университета.

Этап 2: Индивидуальная и командная экспертная оценка

На этом этапе, в начале, экспертам предлагается оценить степень вовлеченности студентов в НИР в процессе обучения в Томском политехническом университете по следующей шкале: критически низкая, низкая, средняя, высокая, превосходная.

Результаты опроса представлены на рис. 1.

Как видно по результатам, основная масса экспертов как из группы студентов, так и из группы преподавателей, оценивает степень вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность в Томском политех-

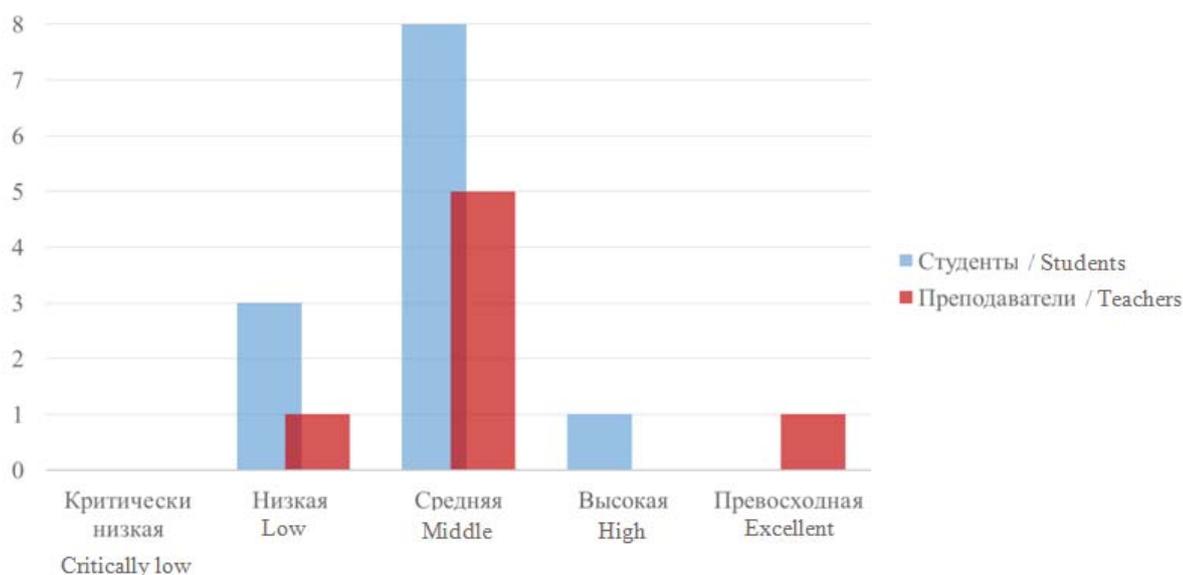


Рис. 1. Экспертная (интуитивная) оценка проблемы по мнению студентов и преподавателей
Fig. 1. Expert (intuitive) assessment of the problem in the opinion of students and teachers

ническом университете на среднем уровне (66,6 % студентов и 71,4 % преподавателей). 25 % студентов и 14,2 % преподавателей согласились, что уровень вовлеченности в НИРС находится на низком уровне. И только 14,2 % преподавателей оптимистично оценивают этот показатель как превосходный. 8,3 % студентов считают уровень вовлеченности студентов в НИРС находится на высоком уровне.

Следующим шагом перед экспертами была поставлена командная задача сформулировать 5 признаков, ориентируясь на которые можно оценить степень вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу.

Как видно из приведенных результатов опроса (рис. 2), по большинству признаков мнение экспертов из обеих групп совпало. И студенты, и преподаватели считают, что оценить уровень вовлеченности в НИРС возможно по количеству студентов, участвующих в НИР; по количеству студентов, совместно с которыми были опубликованы научные статьи, включая такие базы данных как Scopus и Web of Science; по доли выделенного бюджета, направленного на поддержку НИР студента; по количеству студентов, которые

получают именные стипендии за науку. При этом группа экспертов от студентов считает, что оценить вовлеченность студентов в научно-исследовательскую деятельность также возможно по количеству студентов, которые поступают в аспирантуру после участия в НИРС своего вуза. Вероятно, этот признак скорее свидетельствует об эффективности агитационной работы руководителя студента, нежели об уровне вовлеченности студентов в целом. В свою очередь, преподаватели выделяют такой признак, как: «доля студентов, участвующих во внедренных разработках», что, по мнению автора, скорее оценивает продуктивность и результативность научной деятельности студента.

Этап 3: Построение проверочной матрицы оценки состояния проблемы

На этом этапе эксперты заполнили матрицу оценки состояния проблемы исходя из 5 признаков, выявленных на предыдущем этапе. Шкала оценок матрицы содержала следующие критерии: критически низкая, низкая, средняя, высокая, превосходная. Первый столбец «удельный вес» заполнялся по

Студенты / Students

- доля студентов, участвующих в НИР
the proportion of students participating in research work;
- доля публикаций, выполненных с участием студентов
the proportion of publications completed with the participation of students;
- доля консолидированного бюджета, выделяемая вузом на студента в год/
the share of the consolidated budget allocated by the university per student per year;
- доля студентов, получающих именные стипендии
the proportion of students receiving personal scholarships;
- доля студентов, поступивших в аспирантуру после НИРС своего вуза
the proportion of students who entered postgraduate studies after the research work of their university

Преподаватели / Teachers

- доля студентов, опубликовавших научные статьи в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science
the proportion of students who published scientific articles in journals indexed in Scopus and Web of Science;
- доля студентов, участвующих в НИР, исключая УИРС
the proportion of students participating in research work, excluding student research work;
- доля студентов, участвующих во внедренных разработках
the proportion of students participating in the implemented developments;
- доля студентов, которые получают именные стипендии за науку
the proportion of students who receive personal scholarships for science;
- доля консолидированного бюджета, направленного на поддержку НИРС
share of the consolidated budget aimed at supporting research work

Рис. 2. Набор признаков по результатам командной работы и итогового обсуждения
Fig. 2. A set of features based on the results of teamwork and the final discussion

принципу: какой вклад по мнению экспертов вносит признак, если удельный вес равен 1. SQ – статус-кво – существующее на момент опроса положение проблемы. В данном случае, эксперты оценивали статус-кво вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения в Томском политехническом университете. Каждый признак оценивался по шкале от 0 до 100 %. Заполненные матрицы представлены на рис. 3 и рис. 4.

Анализируя полученные результаты следует отметить, что эксперты из группы студентов и преподавателей практически идентично оценивают вклад каждого признака в проблему вовлеченности студентов в НИР, но реальное положение проблемы, экспертные группы, находящиеся «по разные стороны баррикады», оценивают по-разному. Студенты считают, что лучше всего дело обстоит с количеством привлекаемых студентов в НИР и долей публикаций, которые выполняются в соавтор-

стве с этими студентами. На среднем уровне, по мнению студентов, количество студентов, которые поступают в аспирантуру. И на низком уровне доля студентов, которые получают именные стипендии и доля консолидированного бюджета, который выделяет вуз на поддержку НИР студентов.

В свою очередь преподаватели видят общую картину проблемы более пессимистично. Цельных три признака попали в низкий уровень состояния проблемы, а именно: публикационная активность совместно со студентами; доля студентов, участвующих во внедренных разработках; доля именных стипендиатов. В отличие от студентов, преподаватели отмечают средний уровень количество участвующих в НИР студентов, но высокий для доли выделяемого для поддержки НИРС бюджета вузом.

Интересно отметить, насколько отличаются результаты предварительной интуитивной оценки проблематики (рис. 1) и полученной матрицы критериев.

Удельный вес Specific gravity	SQ	Признак / Sign	Критически низкая Critically low	Низкая Low	Средняя Middle	Высокая High	Превосходная Excellent
0,25	50,4	Доля студентов, участвующих в НИР The proportion of students participating in research work	13,3	30,8	41,7	54,6	>54,6
0,17	45,7	Доля публикаций, выполненных с участием студентов The proportion of publications completed with the participation of students	13,4	27,8	42,0	53,8	>53,8
0,24	21,4	Доля консолидированного бюджета, выделяемая вузом на студента в год The share of the consolidated budget allocated by the university per student per year	9,0	22,7	37,7	50,0	>50,0
0,20	18,5	Доля студентов, получающие именные стипендии The proportion of students receiving personal scholarships	7,5	21,1	32,9	43,9	>43,9
0,17	25,5	Доля студентов, поступившие в аспирантуру после НИРС своего вуза The proportion of students who entered postgraduate studies after the research work of their university	9,0	18,3	31,0	40,8	>40,8

Рис. 3. Матрица критериев оценки состояния вовлеченности студентов в НИР по мнению студентов

Fig. 3. Matrix of criteria for assessing the state of student involvement in research work in the opinion of students

Удельный вес Specific gravity	SQ	Признак / Sign	Критически низкая Critically low	Низкая Low	Средняя Middle	Высокая High	Превосходная Excellent
0,20	31,7	Доля студентов, опубликовавших научные статьи в журналах, индексируемые Scopus и Web of Science The proportion of students who published scientific articles in journals indexed in Scopus and Web of Science	4,2	27,5	38,3	48,3	>48,3
0,18	42,5	Доля студентов, участвующих в НИР, исключая УИРС The proportion of students participating in research work, excluding student research work	8,3	30,8	42,5	54,2	>54,2
0,13	13,2	Доля студентов, участвующих во внедренных разработках The proportion of students participating in the implemented developments	4,0	8,7	14,7	25,5	>25,5
0,21	23,7	Доля студентов, которые получают именные стипендии за науку The proportion of students who receive personal scholarships for science	5,8	16,2	33,3	38,3	>38,3
0,28	9,3	Доля консолидированного бюджета, направленного на поддержку НИРС Share of the consolidated budget aimed at supporting research work	1,3	7,2	7,0	9,3	>9,3

Рис. 4. Матрица оценки состояния вовлеченности студентов в НИР по мнению преподавателей

Fig. 4. Matrix for assessing the state of student involvement in research work in the opinion of teachers

Этап 4: Определение препятствий и формулирование рекомендаций для решения проблемы

Следующим шагом экспертным группам было предложено сформулировать причины, которые препятствуют достижению высокого и превосходного уровня вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения. После командного обсуждения, сформированы следующие рейтинги препятствий (рис. 5 и 6).

В качестве заключительного задания экспертами выполнена индивидуальная работа по предложению рекомендаций и путей решения имеющейся проблемы: как способствовать вовлеченности студентов в научно-исследовательскую работу во время обучения. В результате сформирован список из 11 рекомендаций (студенты) и 5 объединенных по тематикам рекомендаций (преподаватели). Списки были систематизированы с целью

определить, какие приоритетные действия, по мнению экспертов, наиболее эффективно повлияют на решение предложенной проблемы (рис. 7 и 8).

Как видно, для студентов наиболее остро стоит вопрос мотивации, как в материальном, так и нематериальном плане. На втором месте студентов волнует «атмосферная» составляющая. Большинство студентов отмечают важность индивидуального подхода со стороны преподавателя, способность предлагать интересные темы научной работы, ну или, по крайней мере, доносить до студента важность и актуальность «сложных» тем НИРС. Отдельный запрос у студентов был относительно практико-ориентированных тем. Студенты отмечали, что не всегда понятна связь выполняемой работы и реальным производством. Ну и отдельным пунктом, студенты адекватно оценивают свои способности и выделяют в качестве препятствий собственную лень.

№	Препятствия / Obstacles	Рейтинг / Rating
1	Нехватка времени у студентов/преподавателей /Lack of time for students / teachers	9
2	Лень студента / Student laziness	8
3	Отсутствие материальной/нематериальной мотивации Lack of material /non-material motivation	8
4	Темы НИРС не всегда интересны /Students are not always interested in research topics	7
5	Не влияет на освоение компетенций студентами Does not affect the development of competencies by students	6
6	НИРС – это всегда объемно, трудоёмко Research work of students is always voluminous, time consuming	3
7	Нет финансирования / No funding	2
8	Неусидчивость человека / Restlessness of a person	1
9	Нет подходящего по характеру (харизме) руководителя There is no leader suitable in character (charisma)	1

Рис. 5. Препятствия на пути решения проблемы вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность по мнению студентов.

Fig. 5. Obstacles to solving the problem of student involvement in research activities in the opinion of students

№	Препятствия / Obstacles	Рейтинг / Rating
1	Мало способных руководителей в координации НИРС Few capable leaders in coordinating student research work	6
2	Недостаточная информированность студентов о научной деятельности в вузе Insufficient awareness of students about scientific activities at the university	3
3	Недопонимание студентами конечной цели НИРС Lack of understanding by students of the ultimate goal of research work	2
4	Слабое развитие экономики РФ / Weak development of the Russian economy	2
5	Загруженность профессорско-преподавательского состава /The workload of the teaching staff	2
6	Отсутствие финансирования / Lack of funding	1
7	Отсутствие студенческих научных сообществ /Lack of student research communities	1
8	«Выгорание» у многих потенциальных руководителей /Burnout for many potential leaders	1
9	Отсутствие конструкторских бюро, т. е. базы для проведения работ Lack of design bureaus, that is, a base for work	1
10	Отсутствие единой мотивационной политики в вузе Lack of a unified motivational policy at the university	1
11	Неумение писать статьи / Inability to write articles	1
12	Отсутствие спроса на научные разработки /Lack of demand for research and development	1
13	Отсутствие материально-технической базы в вузе Lack of material and technical base at the university	1
14	Отсутствие рекламной политики в продвижении научных разработок Lack of advertising policy in the promotion of scientific research	1
15	Отсутствие открытой научной сферы / Lack of an open scientific field	1
16	Отсутствие понимания у руководителей как заниматься НИРС со студентами Lack of understanding among managers of how to do research work with students	0
17	Неэффективность применяемых методов / The ineffectiveness of the methods used	0
18	«Пропасть» между знаниями студента и руководителя The «chasm» between the knowledge of the student and the leader	0
19	Слабое знание иностранных языков / Poor knowledge of foreign languages	0
20	Научные разработки не пользуются спросом /Scientific developments are not in demand	0
21	Отсутствие или слабая информированность об опыте зарубежных коллег Lack or poor awareness of the experience of foreign colleagues	0

Рис. 6. Препятствия на пути решения проблемы вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность по мнению преподавателей

Fig. 6. Obstacles to solving the problem of student involvement in research activities in the opinion of teachers

№	Рекомендации для создания системы управления НИРС в вузе Recommendations for the creation of a management system for research work of students in the university	Рейтинг/Rating
1	Мотивировать материально/нематериально / Motivate materially / non-materially	8
2	Дать привилегии студентам, участвующим в НИРС Give privileges to students participating in research work	7
3	«Тактичность» преподавателей относительно студентов «Tactfulness» of teachers in relation to students	6
4	Преподаватели доступно объясняли цель исследования Teachers clearly explained the purpose of the study	5
5	Проведение тренингов в лабораториях (открытые лаборатории, мастер-классы и др.) Conducting trainings in laboratories (open laboratories, master classes, etc.)	5
6	Финансирование студентов (командировки, конференции, стажировки) Funding for students (business trips, conferences, internships)	4
7	Предлагать практико-ориентированные темы НИРС Offer practice-oriented research topics to students	3
8	Устраивать «соревновательный дух» (конкуренцию среди студентов) Build a «competitive spirit» (competition among students)	3
9	Проработать интересные темы НИРС / Work on interesting topics of research work	2
10	Создавать дружественную атмосферу / Create a friendly atmosphere	2
11	Возможность бесплатно публиковать результаты работы The ability to publish the results of work for free	1

Рис. 7. Пути решения проблемной ситуации по мнению студентов

Fig. 7. Ways to solve a problem situation in the opinion of students

№	Рекомендации для создания системы управления НИРС в вузе Recommendations for creating a management system for research work in a university	Рейтинг/Rating
1	Повышение уровня квалификации ППС как научного руководителя Improvement of the qualification level of teaching staff as a scientific supervisor	25
2	Предусмотреть увеличение в учебной нагрузке часы на научное руководство НИРС Provide for an increase in the academic load hours for the scientific leadership of the scientific research work	24
3	Доступность лабораторного оборудования ВУЗа для научных исследований, вернуть УВП; оборудование поверенное и соответствующее требованиям Availability of laboratory equipment of the university for scientific research; certified and compliant equipment	21
4	Организовать продвижение научных разработок студентов (рекламировать результаты НИРС); информационная доступность о НИР других подразделений (открытая система) Organize the promotion of students' scientific developments (advertise the results of research work); information availability about research and development work of other departments (open system)	19
5	Создание системы материального поощрения за студенческую науку; повысить систему финансирования НИРС в вузе (финансовую поддержку студентов); увеличить количество именных научных стипендий Creation of a system of material incentives for student science; to increase the system of financing research work in the university (financial support for students); increase the number of registered scientific scholarships	16

Рис. 8. Пути решения проблемной ситуации по мнению преподавателей

Fig. 8. Ways to solve a problem situation according to teachers

Схожие препятствия и рекомендации разработала экспертная группа преподавателей. Основными препятствиями выделены отсутствие кадров, способных организовать и вести научно-исследовательскую работу со студентами, причем как на уровне профес-

сорско-преподавательского состава, так и на уровне руководителей. На уровне организации образовательной и административной деятельности вуза преподаватели указывают на чрезмерную загруженность преподавателей, при сокращении часов на научно-исследова-

тельскую работу, отсутствие современной материально-технической базы в университете и доступности к имеющемуся оборудованию. Преподавателями подчеркивается актуальность рекламного продвижения имеющихся разработок НИРС, научных центров, формирование открытой научной сферы. Также не менее важно создание системы материально-гоощрения и, в целом, увеличить финансирование НИРС в вузе.

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, в результате проведенного исследования методом экспертного семинара было выявлено, что существует некоторая разница в том, как относятся студенты и преподаватели к оценке вовлеченности студентов в научно-исследовательскую деятельность во время обучения. Тем не менее, и студенты, и преподаватели называют схожие препятствия и рекомендации относительно указанной проблемы. Предложенная гипотеза: «чем больше и продуктивнее студенты участвуют в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки во время обучения, тем лучше результаты обучения они достигнут», по результатам исследования и опроса оказалась для студентов не столь очевидна. Сталкиваясь на практике с препятствиями в лице отсутствия материальной и нематериальной мотивации, «харизматичного» научного руководителя и собственной лению, студенты теряют стимул развиваться в этом направлении. Тем не менее, бесспорным фактом является то, что студенты, которые активно и

продуктивно участвуют в научно-исследовательской работе, обладают большим набором профессиональных компетенций, по сравнению с их коллегами, которые не участвуют в НИРС. «Студенты с навыком самостоятельной постановки и решения научно-исследовательских задач востребованы современными технологическими предприятиями, соответственно, имеют больше возможностей трудоустройства по профилю специальности с перспективой профессионального и карьерного роста, чем студенты, не обладающие подобными навыками. Сотрудничая с предприятиями при выполнении НИР, студенты часто получают предложения о трудоустройстве еще во время обучения» [11–15].

Для повышения вовлеченности и эффективности участия студентов в научно-исследовательской деятельности экспертами рекомендуется организация мероприятий, ориентированных на совершенствование процесса организации НИРС (методы и способы проведения НИРС, подбор интересных и актуальных тем, улучшение лабораторной базы, разработка системы информирования студентов о научных мероприятиях, в частности, популяризация научных знаний через социальные сети, и др.) с одной стороны, и разработка инструментов мотивации студентов и преподавателей, с другой.

Полученные результаты исследования могут быть в дальнейшем использованы для повышения и эффективности работы студентов в научно-исследовательской деятельности высших учебных заведений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа «Приоритет–2030». URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/> (дата обращения: 05.05.2021)
2. Третьяков В. Новый форматы образования. Доклад 30.03.2021. // Университет 20.35. URL: <https://2035.university/>(дата обращения: 05.05.2021)
3. Бариев И., Образцова М. Вуз как драйвер развития региона. Доклад 21 июля–10 августа 2021 года. Интенсив Архипелаг 2121 // АСИ. URL: <https://asi.ru/event/arch2121/> (дата обращения: 05.05.2021)
4. Массовая уникальность. Глобальный вызов в борьбе за таланты. URL: https://rosatom-academy.ru/documents/321/Массовая_уникальность.pdf (дата обращения: 05.05.2021).
5. Jhonattan Miranda, Christelle Navarrete, Julieta Noguez, José-Martin Molina-Espinosa, María-Soledad Ramírez-Montoya, Sergio A. Navarro-Tuch, Martín-Rogelio Bustamante-Bello, José-Bernardo Rosas-Fernández, Arturo Molina. The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education // Computers & Electrical Engineering. – 2021. – Vol. 93. DOI:10.1016/j.compeleceng.2021.107278
6. Менеджер инноваций крупной российской компании – кто он? Отчет по результатам исследования «Задачи, формы деятельности и компетенции менеджеров инноваций крупных российских компаний» – М.: Институт менеджмента инноваций НИУ ВШЭ, 2013. – 19 с.

7. Алексеева А.В., Пестина И.В. Формирование компетенций студентов вуза средствами научно-исследовательской деятельности // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – № 3 (21). – Т. 5. – С. 139–144.
8. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: автореферат дис. ... кандидата педагогических наук: – Казань, 2015. – 24 с.
9. Метод экспертных оценок: виды, критерии и примеры // Коммерческий директор. Профессиональный журнал коммерсанта. URL: <https://www.kom-dir.ru/article/3450-metod-ekspertnyh-otsenok> (дата обращения: 05.05.2021).
10. Печерская Е.А., Печерский А.В., Николаев К.О. Методологические основы управления научно-исследовательской и инновационной деятельностью в вузе // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество». В 2-х т. Т. 1, под. ред. Н.К. Юркова. – Пенза: ПГУ, 2015. – С. 252–255.
11. Печерская Е.А., Савеленок Е.А., Артамонов Д.В. Вовлечение студентов в научно-исследовательскую работу в университете: механизм и оценка эффективности // Инновации. – 2017. – № 8 (226). – С. 96–104.
12. Подлесный С.А., Масальский Г.Б. Пути повышения качества подготовки инженеров в контексте мировых и отечественных тенденций // Журнал СФУ. Техника и технологии. – 2014. – № 2. – С. 235–247.
13. Alexandra V. Ruchina, Marina V. Kuimova, Denis A. Polyushko, Arkadii E. Sentsov, Zhang Xue Jin. The Role of Research Work in the Training of Master Students Studying at Technical University // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 215. – P. 98–101.
14. V. Martyshev Nikita, S. Sinogina Elena, M. Sheremetyeva Ulyana, Motivation System of Students and Teaching Staff of Higher Educational Institutions for Research Work Accomplishment // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 166. – P. 265–269.
15. Белаш О.Ю., Чиркова А.А. Показатели внутреннего мониторинга качества образования: различия в оценке студентами и преподавателями важности показателей // Инженерное образование. – 2018. – № 24. – С. 166–173.

Дата поступления: 15.05.2021

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_3

APPROBATION OF AN EXPERT SEMINAR ON “STUDENTS’ INVOLVEMENT IN RESEARCH WORK DURING STUDYING”

Olesya V. Savinova,

Cand. Sc., associate professor, School of Earth Sciences and Engineering,
Division for Geology,
logvinenkoov@tpu.ru

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

The purpose of this article is to show the results of the study of the mechanisms for assessing the involvement of students in research work during studying by the method of an expert seminar. The respondents of the study were students and employees of Tomsk Polytechnic University. As a result, it was revealed that there is a difference in the attitude of students and teachers to the assessment of students’ involvement in research activities during studying. Although, both students and teachers name similar obstacles and recommendations for solving the problem. The obtained research results can be used in the future to improve the efficiency of students’ involvement in research activities.

Keywords: quality of education, students’ research work, expert seminar, quality of engineering education.

REFERENCES

1. *Programma «Prioritet–2030»* [Program “Priority–2030”]. Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/action/priority2030/> (accessed: 05.05.2021)
2. Tretyakov V. Novyy formaty obrazovaniya. Doklad 30.03.2021 [New formats of education. Report on 30.03.2021.]. *Universitet 20.35*. Available at: <https://2035.university/> (accessed: 05.05.2021)
3. Bariyev I., Obraztsova M. VUZ kak drayver razvitiya regiona. Doklad 21 iyulya-10 avgusta 2021 goda. Intensiv Arkhipelag 2121 [University as a driver of the development of the region. Report July 21–August 10, 2021. Intensive Archipelago 2121]. *ASI*. Available at: <https://asi.ru/event/arch2121/> (accessed: 05.05.2021)
4. *Massovaya unikalnost. Globanny vyzov v borbe za talanty* [Mass uniqueness. A global challenge for talent]. Available at: https://rosatom-academy.ru/documents/321/Массовая_уникальность.pdf (accessed: 05.05.2021).
5. Jhonattan Miranda, Christelle Navarrete, Julieta Noguez, José-Martin Molina-Espinosa, María-Soledad Ramírez-Montoya, Sergio A. Navarro-Tuch, Martín-Rogelio Bustamante-Bello, José-Bernardo Rosas-Fernández, Arturo Molina. The core components of education 4.0 in higher education: Three case studies in engineering education. *Computers & Electrical Engineering*. 2021, Vol. 93. DOI:10.1016/j.compeleceng.2021.107278
6. Menedzher innovatsiy krupnoy rossiyskoy kompanii – kto on? Otchet po rezultatam issledovaniya «Zadachi, formy deyatelnosti i kompetentsii menedzherov innovatsiy krupnykh rossiyskikh kompaniy» [An innovation manager of a large Russian company - who is he? Report on the results of the research “Tasks, forms of activity and competence of innovation managers of large Russian companies”]. Moscow, Institut menedzhmenta innovatsiy NIU VSHe, 2013. 19 p.
7. Alekseyeva A.V., Pestina I.V. Formirovaniye kompetentsiy studentov vuza sredstvami nauchno-issledovatel'skoy deyatelnosti [Formation of the competencies of university students by means of research activities]. *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI*. 2014, no. 3 (21), Vol. 5, pp. 139–144.
8. Tolkacheva K.K. *Ekspertnyy seminar kak forma realizatsii tseley problemno-oriyentirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii* [Expert seminar as a form of realizing the goals of problem-oriented training of specialists in the field of engineering and technology]. Abstract Cand. Diss., Kazan, 2015 .24 p.
9. Metod ekspertnykh otsenok: vidy, kriterii i primery [The method of expert assessments: types, criteria and examples]. *Kommercheskiy direktor. Professionalnyy zhurnal kommersanta*. Available at: <https://www.kom-dir.ru/article/3450-metod-ekspertnykh-otsenok> (accessed: 05.05.2021).
10. Pecherskaya E.A., Pecherskiy A.V., Nikolayev K.O. Metodologicheskiye osnovy upravleniya nauchno-issledovatel'skoy i innovatsionnoy deyatelnostyu v vuze [Methodological foundations of management of research and innovation activities in the university]. *Trudy Mezhdunarodnogo simpoziuma «Nadezhnost i kachestvo»*. In 2 volumes. Vol. 1, by ed. N.K. Yurkova. Penza, PGU Publ., 2015, pp. 252–255.

11. Pecherskaya E.A., Savelenok E.A., Artamonov D.V. Vovlecheniye studentov v nauchno-issledovatel'skuyu rabotu v universitete: mekhanizm i otsenka effektivnosti [Involvement of students in research work at the university: mechanism and efficiency assessment]. *Innovatsii*. 2017, no. 8 (226), pp. 96–104.
12. Podlesnyy S.A., Masalskiy G.B. Puti povysheniya kachestva podgotovki inzhenerov v kontekste mirovykh i otechestvennykh tendentsiy [Ways to improve the quality of training of engineers in the context of global and domestic trends]. *Zhurnal SFU. Tekhnika i tekhnologii*. 2014, no. 2, pp. 235–247.
13. Alexandra V. Ruchina, Marina V. Kuimova, Denis A. Polyushko, Arkadii E. Sentsov, Zhang Xue Jin. The Role of Research Work in the Training of Master Students Studying at Technical University. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015, Vol. 215, pp. 98–101.
14. V. Martyshev Nikita, S. Sinogina Elena, M. Sheremetyeva Ulyana. Motivation System of Students and Teaching Staff of Higher Educational Institutions for Research Work Accomplishment. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015, Vol. 166, pp. 265–269.
15. Belash O.Yu., Chirkova A.A. Indicators of internal monitoring of the quality of education: differences in the assessment of the importance of indicators by students and teachers. *Engineering Education*. 2018, no. 24, pp. 166–173. In Russ.

Received: 15.05.2021

УДК 004.4; 621.01

DOI 10.54835/18102883_2021_29_4

ИНТЕГРАЦИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН И ПРОЦЕДУР В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ЭСОО

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

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

На рубеже третьего тысячелетия произошёл информационный взрыв, вызванный появлением мощных вычислительных комплексов с фантастическими (по сравнению с прежними) возможностями. Эти возможности были сразу же использованы в передовых отраслях промышленности, в технически и интеллектуально развитых странах, что позволило им выйти на качественно новый уровень в производстве различных изделий, изменить стиль управления экономикой и обществом, технологию и методику образования. Во всех сферах человеческой деятельности развиваются интеграционные процессы.

Ключевые слова: интеграция в образовании, информационная среда, креативная технология обучения, электронные системы организации обучения.

Введение

События конца XX века привели к разрушению всего народного хозяйства. Однако мощный научный задел Советской науки, работавшей на опережение, позволил сравнительно быстро приступить к восстановлению.

Развитие экономики страны во многом определяется возрождением машиностроительных предприятий оборонной, судостроительной отраслей и сопутствующих им производств. Работа предприятий должна основываться на применении современных технологий в проектировании и в производстве объектов, их технической эксплуатации и утилизации. Речь должна идти о комплексной системе автоматизированного производства и эксплуатации изделий, структура которой представлена на рис. 1.

Система была впервые представлена в 1997 г. без первого и последнего столбцов, которые были добавлены в последующих работах [1]. Система инженерного образования должна обеспечивать подготовку будущих специалистов для реализации этой интегральной системы в реальном производстве.

Наиболее сложными, определяющими качественный уровень производимой продукции, являются подсистемы автоматизированные системы: формирование идеи и технического решения, проектирование на стадии структурно – параметрического синтеза, конструирование и расчёты на прочность. На этих этапах решаются следующие задачи:

- описание потребностей (задача № 1);
- выбор физической операции (задача № 2);
- выбор функциональной системы (задача № 3);
- выбор физических принципов действий (задача № 4);
- принимается техническое решение (задача № 5);
- выполняется технический проект (задача № 6).

При решении задачи № 6 улучшаются технико-экономические показатели изделий на 10–15 %, задачи № 5 – на 20–30 %, задачи № 4 на – 30–50 %, а иногда и в несколько раз. Ещё больший эффект достигается при решении задач № 1 и № 2. В то же время имеет место два парадокса:

- решают на предприятиях и учат в вузах в основном задачам № 6;
- многочисленные стандарты, нормалы и инструкции в основном относятся к техническим решениям, тогда как к задачам выбора физических операций, функциональных систем, физических принципов действий не существует ни инструктивной, ни методической литературы.

Современные компьютерные технологии (КТ) позволяют в полной мере реализовать многовариантный поиск решений и выбор оптимальных решений по критериям ТРИЗ (теория решения изобретательских задач), обучение решению всех перечисленных выше задач.

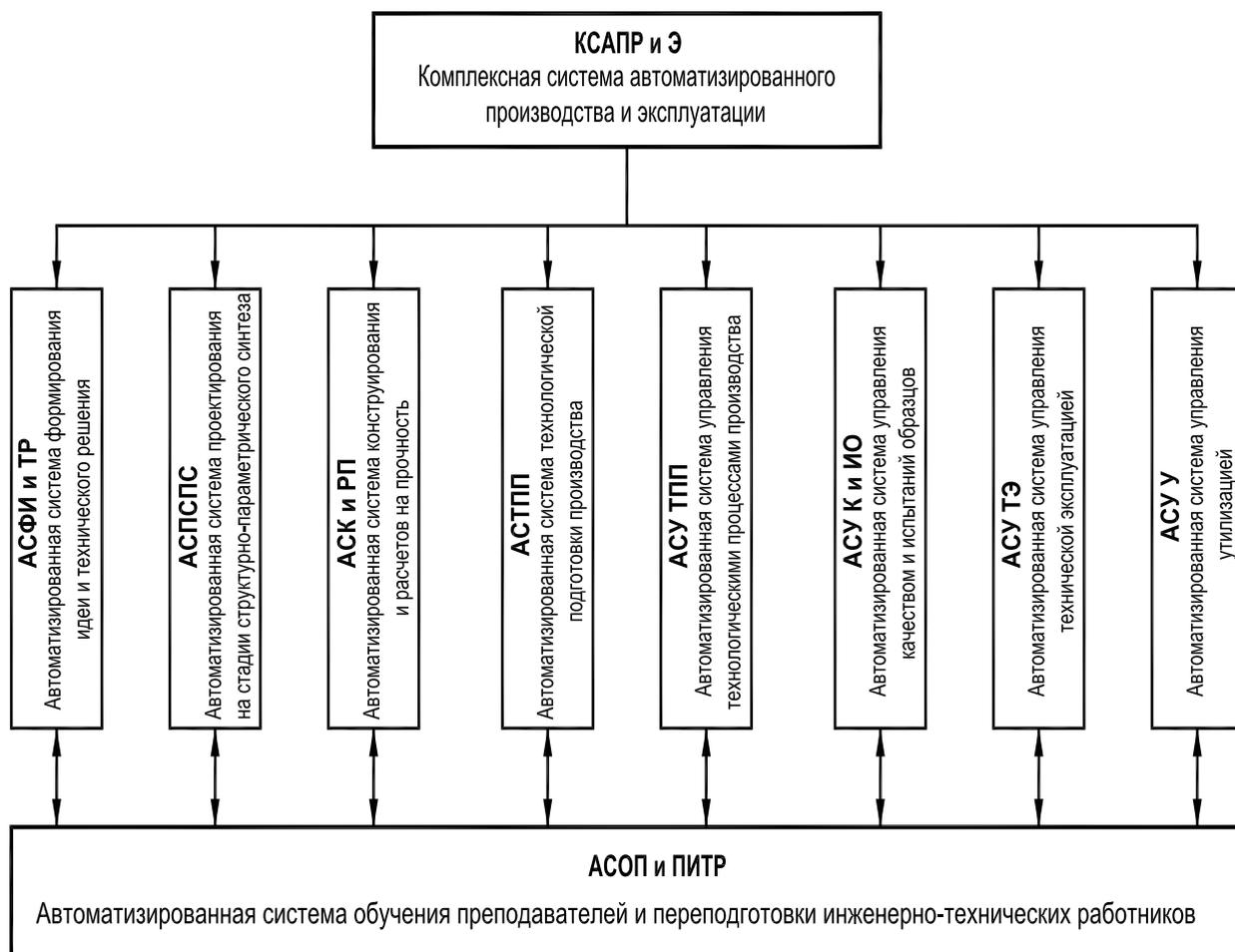


Рис. 1. Структура обобщенной комплексной системы автоматизированного производства и эксплуатации ТО
 Fig. 1. The structure of a generalized integrated system of automated production and maintenance of TO

1. Современное инновационное инженерное образование

Стандартный массовый характер обучения (неиндивидуализированное образование) не соответствует потребностям XXI века. Современный бизнес нуждается в квалифицированных творческих работниках, ощущается необходимость перехода от репродуктивной познавательной деятельности обучаемых к поисковой. Инновационное образование предполагает совокупность новых инструментов обучения, технологий и методик, направленных на развитие творческого потенциала личности обучаемого. Это возможно только на основе компьютерных технологий, внедрение которых изначально зависит от степени подготовленности материально-технической базы и педагогических кадров высших и средних специальных технических учебных заведений. Не случайно произошло преобразование большинства технических институтов в университеты. Это преобразование влечет за собой усиление роли фундаментальных наук,

к которым традиционно относятся математика и физика. В технических университетах и академиях к фундаментальным наукам целесообразно отнести и такую основополагающую дисциплину как «Основы проектирования машин», включив в ее состав курсы: теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, элементы систем автоматизированного проектирования. Между тем возникла опасная тенденция снижения знаний по точным наукам и прежде всего по школьной программе и, как следствие, снижение качества инженерного образования. Имеет место противостояние (противоречие) между новыми средствами и традиционными технологиями обучения.

Современное инженерное образование предполагает: усиление естественно – научной базовой подготовки, введение в учебный процесс преимущественно аналитических методов исследования и проектирования объектов, использование современных высоко-

интеллектуальных систем автоматизированного проектирования, наличие современной лабораторной базы. Поэтому современные технологии обучения инженерных дисциплин должны основываться на компьютерных технологиях, использующих современные средства представления информации, эксперимента, проектирования, тестирования, организации обучения. В начале этого года в издательстве Palmarium вышли два сборника статей [2, 3], посвящённых вопросам автоматизации инженерного образования и проектирования, в которых представлен опыт работы преподавателей и сотрудников МГУ им. адм. Г.И. Невельского, Дальрыбвтуза, ДВФУ за 40 лет (1980–2020 гг.).

На рынке программных продуктов для организации процесса обучения предлагается много различных средств, например, Олимп ОКС, УСАТИК, Skill Мастер, Claroline, Dokeos, LAMS, Moodle, OLAT, OpenACS, Sakai, LMS, Blackboard и другие. Системы разнообразны и по функциональным характеристикам, и по стоимости. В большей степени предлагаемые электронные системы организации обучения (ЭСОО) ориентированы на обучение по гуманитарным, естественнонаучным и экономическим направлениям. Инженерное направление в предлагаемых системах реализовать сложно.

Новые ЭСОО требуют и новых технологий обучения, которые могут быть реализованы путём создания информационных сред (ИС) по отдельным дисциплинам, а также единой информационной среды учебного курса и специальности

Информационная среда, созданная современными средствами информационных технологий, рассматривается как составная часть среды обучения и формируется как интегрированная система, компоненты которой соответствуют учебной, вне учебной, научно-исследовательской деятельности, мониторингу и оценке результатов обучения. Структура информационной среды представляет собой взаимосвязанный набор программных модулей, который обеспечивает возможность подготовки и проведения учебного процесса и реализации функциональных обязанностей любой категории пользователей, главными из которых при подготовке и реализации учебного процесса являются преподаватель и студент.

Информационные ресурсы ИС могут включать разделы: теория, практика, лабора-

торный практикум, учебное проектирование, многоуровневое тестирование, модули САПР, а также любые дополнительные элементы. Состав и содержание информационных ресурсов определяется преподавателем, а набор сервисных служб – программным обеспечением ЭСОО.

Основой информационных сред отдельных дисциплин, кафедр, образовательных программ является система организации обучения. В МГУ им. адм. Г. И. Невельского более 20 лет применяется Автоматизированная система организации обучения второго поколения КОБРА. 15 ноября 2013 г. была зарегистрирована система третьего поколения – ЭСОО СОТЕСА, работающая на современных моделях компьютеров и в современных операционных системах.

Совокупность средств организации обучения, методических материалов и пособий, выполненных как в традиционной форме, так и в компьютерной, образует информационную среду дисциплины. Совокупность ИС_Д формирует информационную среду специальности (ИС_С). Разработка и внедрение информационных сред требуют внимательного подхода и четкого понимания важности использования каждого ее элемента.

2. Интеграция учебных процедур

Будущие инженеры должны получить представление о сложности и многообразии методов расчета задач, решаемых при проектировании машины, а также о функциональных обязанностях и взаимоотношениях между разными отделами и отдельными должностями инженерных служб предприятий. Чтобы наилучшим образом реализовать такие задачи и научить будущих инженеров эффективно использовать современные пакеты прикладных программ (ППП), необходимо в процессе обучения их обще профессиональным инженерным дисциплинам применять деловые игры, имитирующие процесс проектирования технического объекта (ТО), выбор рационального варианта конструкции, технико-экономическую проработку различных вариантов. При этом целесообразно выполнять не отдельные курсовые проекты по различным курсам, а комплексный курсовой проект, включающий проработки по различным дисциплинам. В рамках вуза формируется модель промышленного предприятия со всеми техническими службами.

Идеи профессиональной инженерной подготовки в Морском государственном университете реализуются на начальном этапе создания ТО в виде комплексного курсового проектирования. Для проектирования предлагаются судовые агрегаты: насосы, компрессоры, судовые энергетические установки. Проектирование выполняется с помощью универсальных и специальных профессиональных компьютерных программ [2, 3].

Курсовое проектирование студентов организовано по принципу «бригадного метода», когда в каждой бригаде из 4–5 человек рассчитывают один тип исполнительного механизма. На этапе структурно-параметрического анализа и синтеза выполняется проектирование четырёх-пяти вариантов агрегата с различными технико-экономическими показателями. Лучший из них подвергается детальной проработке на этапе расчетов на прочность и конструирования с оформлением рабочей документации. При такой организации проектирования студенты имеют возможность проследить, как изменение одного из параметров может повлиять на всю конструкцию в целом. Во время обучения в вузе у них появляется уникальная возможность пройти путь по созданию элемента технической системы от начала до конца самостоятельно и в полном объеме. В одном лице они представляют

разработчика-проектировщика, конструктора, технолога, инженера-производственника, воплощая в курсовом проекте свои технические решения от кинематической схемы до готовых чертежей с учетом способов изготовления деталей. Применение автоматизированных систем проектирования позволяет ставить и решать многокритериальные задачи с множеством управляемых параметров в курсовом проекте. Кроме этого, подобная форма организации курсового проектирования стимулирует развитие творческих способностей обучаемых. Реализация идеи комплексного проектирования на современном информационном уровне требует серьезных научно-методических разработок.

Профессиональная инженерная подготовка начинается с дисциплины ТММ, продолжается в курсе «Детали машин и основы конструирования (ДМ и ОК)» и затем в специальных дисциплинах. Первые навыки инженерного труда прививаются в процессе курсового проектирования.

На рис. 2 представлено выполнение курсового проектирования в традиционной форме кафедрами вуза.

Целесообразно комплексное курсовое проектирование выполнять несколькими кафедрами вуза в единой среде САПР. Взаимосвязь между различными кафедрами и дисциплина-

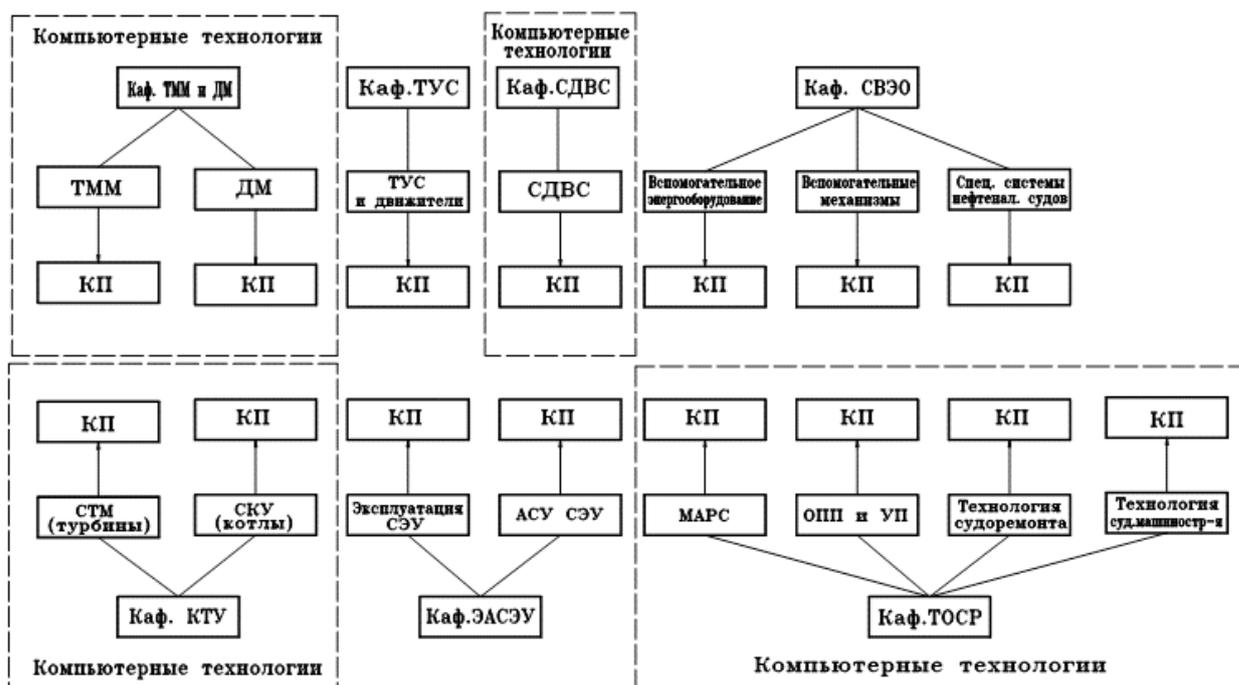


Рис. 2. Схема выполнения курсового проекта традиционно
Fig. 2. The scheme of the course project is traditionally

ми затруднена из-за обособленности некоторых дисциплин, различных методических приемов обучения, разных уровней применения компьютерных технологий. Однако, интеграция учебных процедур на основе компьютерных технологий неизбежна. Ключевую роль в этом вопросе играет выпускающая кафедра.

Использование профессиональных интегрированных САПР в учебном процессе должно являться неотъемлемой частью подготовки современных инженеров. Это позволяет готовить квалифицированных инженеров, владеющих современными средствами автоматизации проектирования, и одновременно способствует процессу продвижения CAD/CAM/CAE-систем в производство. Знания в этой области уже сегодня выступают одним из критериев конкурентоспособности выпускников технических вузов на рынке труда.

К сожалению, реформы последнего времени не способствуют повышению качества инженерного образования. Стандарты нового поколения усугубили этот процесс: во многих образовательных программах уменьшили количество аудиторных занятий по дисциплинам: теоретическая механика, теория механизмов и машин, сопротивление материалов, детали машин и основы конструирования, а из некоторых программ курс теория механизмов и машин изгнали вообще. Убрали из этих дисциплин курсовое проектирование: сначала заменили курсовые проекты курсовыми работами, затем расчётно-графическими работами, а позже и вовсе убрали. К сожалению, «хотели, как лучше, а получилось как всегда». Результатом таких новаций стало ухудшение инженерного образования, уничтожение его фундаментальной составляющей.

В этой ситуации интеграция учебных процедур неизбежна. Из опыта работы МГУ им. адм. Г.И. Невельского:

1. Учебное проектирование реализовано в расчётно-графической работе (РГР), сохранив объём и содержание.
2. Выполнение разделов РГР совместили с лабораторным практикумом, практическими занятиями и самостоятельной работой, сделав её обязательной.

Применение компьютерных технологий позволило обеспечить необходимый уровень знаний, а в период пандемии эффективнее реализовать дистанционное обучение. При этом увеличилась нагрузка на преподавателя, но зарплата не повысилась.

3. Интеграция учебных дисциплин

Под эгидой «инновационных преобразований» в угоду не совсем корректной политике министерства образования начались реорганизации многих Вузов: несколько университетов объединили в крупные – федеральные, несколько факультетов – в институты в рамках одного университета, некоторые кафедры укрупнили, объединяя часто несочетаемые дисциплины.

В связи с уменьшением аудиторной нагрузки сократился штат преподавателей. Во многих вузах остались ещё кафедры по 3–5 человек. Как бы для устранения этой проблемы стали резко «укрупнять» кафедры. Во многих вузах исчезли традиционно общепрофессиональные инженерные кафедры: Теория механизмов и машин, Детали машин и основы конструирования, Теоретическая механика и другие. Эти фундаментальные дисциплины теперь разбросаны по разным выпускающим кафедрам. Задачи выпускающих кафедр и общепрофессиональных совершенно разные и такие преобразования нельзя назвать продуктивными.

Особое место в третьем цикле дисциплин занимает дисциплина «Механика» с ужасающим соотношением между количеством отводимых часов и объёмом содержания. Судя по объёму и содержанию, дисциплина «Механика» является ознакомительной, поэтому дробление её между разными кафедрами, как это делается во многих вузах, нецелесообразно. Целесообразно ориентировать ведение этой дисциплины на одной кафедре с учетом специальности.

Важное значение имеет согласование учебных программ всех дисциплин учебного плана образовательных программ с целью реализации преемственности дисциплин. Недопустимо, когда, например, курс ТММ ведётся после изучения дисциплины ДМиОК, курсы материаловедения и технологии машиностроения после курса Прикладная механика или ДМиОК. К сожалению, имеет место различные формулировки классических законов механики, различные обозначения физических величин.

При малочисленном составе общепрофессиональных кафедр целесообразно создание кафедр или департаментов общепрофессиональных инженерных дисциплин, варианты структуры которых могут быть разными. Один из вариантов приведён (рис. 3).



Рис. 3. Примерная структура цикла общепрофессиональных инженерных дисциплин

Fig. 3. The approximate structure of the cycle of general professional engineering disciplines

В этом случае можно реализовать единый подход к научному, методическому и информационному обеспечению в подготовке инженерных специалистов современного уровня и высокого качества.

Примером интеграции учебных дисциплин могут быть, например, курс «Проблемы динамики и прочности машин» для магистров, или курс «Основы проектирования машин» для бакалавриата и специалитета.

На рис. 4 показана структура информационного обеспечения в единой ЭСОО, реа-

лизованной в МГУ им. Г.И. Невельского ещё более 10 лет назад [2, 3], тогда как ДВФУ – вуз мирового уровня громко заявил о цифровизации учебного процесса в 2018 г.

Создали специальную структуру, попросили преподавателей дать названия курсов для разработки электронных курсов. Нами подано было 10 наименований практически готовых по инженерному направлению, надеясь принять участие в этой важной работе. Но.... ответ был таков: «Вот мы сейчас закупили онлайн курсы у москвичей, их введём, а потом уже будем разрабатывать свои???!!!!» Действительно, на сайте ДВФУ появилась информация: «На 2018–2019 учебный год во все учебные планы включены онлайн курсы от ведущих российских университетов: НИУ ВШЭ, ИТМО, МГУ им. М.В. Ломоносова, НИТУ «МИСиС», МФТИ, СПбГУ, СПбПТУ, ТГУ, ТюмГУ, УрФУ» по 67 образовательным модулям. Среди дисциплин нет ни одной по инженерному направлению! А между тем инженерное образование является основой развития производства.

Для поддержки ИТО и их развития целесообразно иметь ГБ научно-учебную лабораторию «Механика машин и САПР» на базе компьютерного класса.

Состав и содержание информационных ресурсов определяется преподавателем и может быть представлен на трёх языках.

Примерная структура Информационного обеспечения обучения по инженерному направлению

Для поддержки ИТО и их развития целесообразно организовать ГБ научно-учебную лабораторию «Механика машин и САПР» на базе компьютерного класса

Профессор, д.т.н.

В. В. Кузлякина

КУРС ДИСЦИПЛИНЫ САПР	ИЗУЧАЕМЫЕ ПАКЕТЫ	ДИСЦИПЛИНЫ, ПРИМЕНЯЮЩИЕ САПР	ПРИМЕЧАНИЕ
1 САПР ТС	КОБРА, СОТЕКА,	Все дисциплины	Оболочки, позволяющие подключать любые материалы по любым дисциплинам
Информатика	Согласно стандарту Mat Lab, Mat Cad и др	Во всех дисциплинах учебного плана	Во многих курсах даются дополнительные разделы
Инженерная графика	Автокад, КОМПАС	Все дисциплины	Все учебные процедуры выполняются в комбинированных технологиях. Большая часть в Компьютерных классах в часы самостоятельной работы. Реализуется принцип сквозного проектирования, итерное многовариантное проектирование, бригадный метод.
2-3 Информационные технологии в проектировании	VSE, Dinamic, GCG&FQ, KUL WIN, APM Win и др.	Теория механизмов и машин, Прикладная механика Сопротивление материала Детали машин и основы конструирования Гидравлические машины Другие дисциплины	
3-4 САПР по специальности	Solid Works, APM Win, AVEVA и др.	Все специальные дисциплины, курсовое и дипломное проектирование	
Эти же программные средства можно использовать в комплексе и при обучении по магистерским программам. Оболочки КОБРА и СОТЕКА позволяют организовать обучение на 2-3 х – языках: русском, английском и родном			

Рис. 4. Примерная структура информационного обеспечения обучения по инженерному направлению

Fig. 4. The approximate structure of information support for training in the engineering direction

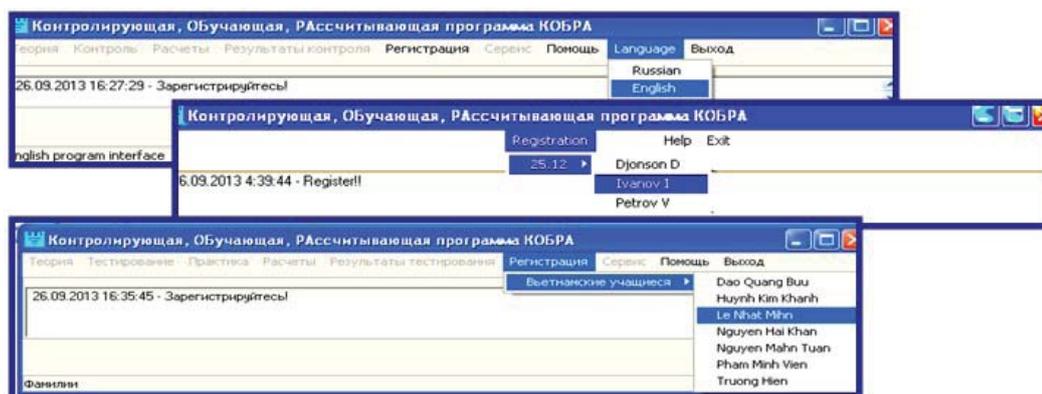


Рис. 5. Выбор языка интерфейса, процедура регистрации обучаемых
 Fig. 5. Choice of interface language, registration procedure for trainees

На мировом рынке предлагается большая номенклатура различного суперсовременного компьютерного оборудования и не менее богатая палитра различных инструментальных систем для решения широкого круга инженерных задач. Разобраться в этом многообразии и остановиться на конкретных вариантах достаточно сложно. Тем более что всё это дорого стоит и при значительных финансовых трудностях вести речь о приобретении каждым вузом и предприятием, а особенно малым, необходимых программных продуктов проблематично. С целью экономии финансовых и материальных ресурсов необходимо определиться с технической платформой компьютерной техники и программными продуктами. Целесообразно иметь единые или совместимые средства в рамках края, региона для выработки единой технической политики на предприятиях и этим же средствам обучать студентов.

Не отказываясь от сотрудничества с зарубежными партнерами, следует, однако, строить нашу информационную научную политику более независимой, на взаимовыгодной основе, не забывая, что российская культура, научная школа, методика образования была, есть и, хочется надеяться, будет основополагающей в мировом сообществе независимо от экономических и политических потрясений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузлякина В.В. Методы и средства автоматизированного проектирования судовых механизмов и машин. Докторская диссертация. – Владивосток, 1997. – 315 с.
2. 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.
3. Кузлякина В.В., Нагаева М.В., Ермолаева Л.А. IT-технологии в инженерном проектировании // Сборник статей и докладов. – Palmarium 2020. – 493 с.

Заключение

Интеграционные процессы в инженерном образовании могут быть реализованы в разработке информационных сред дисциплин и современных компьютерно-механических лабораторных комплексов по инженерным дисциплинам (КМК_ИД), создание которых требует значительных финансовых вложений и кооперирования интеллектуальных ресурсов на уровне региона, страны, а возможно и нескольких государств.

Использование и разработка средств САПР (в том числе и с участием студентов) для создания информационного обеспечения учебного процесса и производства (баз данных, библиотек, типовых конструкторских и технологических решений и их элементов), разработка информационных средств обучения представляют собой новый способ передачи знаний. Это особенно важно в условиях известной тенденции последних лет – старения кадров высшей школы. Эти проекты долгосрочные, но их можно реализовать поэтапно. Средства обучения и их содержательная часть (наполнение) могут быть представлены на языках исполнителей проекта. Такие проекты можно реализовать по дисциплинам: механика, прикладная механика, теория механизмов и машин, детали машин и основы конструирования, основы проектирования машин и другие.

Дата поступления: 21.01.2021.

UDC 004.4; 621.01

DOI 10.54835/18102883_2021_29_4

INTEGRATION OF EDUCATIONAL DISCIPLINES AND PROCEDURES IN ENGINEERING EDUCATION BASED ON ESOO

Valentina V. Kuzlyakina,

Dr. Sc., Professor,

KuzlyakinaVV@mal.ru

17, Rybatskaya st., Vladivostok, 690054, Russia.

At the turn of the third millennium, an information explosion took place, caused by the emergence of powerful computing systems with fantastic (compared to previous) capabilities. These opportunities were immediately used in advanced industries, in technically and intellectually developed countries, which allowed them to reach a qualitatively new level in the production of various products, to change the style of managing the economy and society, technology and methods of education. Integration processes are developing in all spheres of human activity.

Key words: integration in education, information environment, creative teaching technology, electronic systems for organizing education.

REFERENCES

1. Kuzlyakina V.V. *Metody i sredstva avtomatizirovannogo proyektirovaniya sudovykh mekhanizmov i mashin*. Dr. Diss. [Methods and means of computer-aided design of ship mechanisms and machines]. Vladivostok, 1997. 315 p.
2. 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.
3. Kuzlyakina V.V., Nagayeva M.V., Ermolayeva L.A. IT-tehnologii v inzhenernom proyektirovanii [IT technologies in engineering design]. *Sbornik statey i dokladov*. Palmarium, 2020. 493 p.

Received: 21.01.2021.

УДК 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

ФОРМИРОВАНИЕ У СТУДЕНТОВ ОСОЗНАННОСТИ ИНТЕГРАТИВНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕЗУЛЬТАТА В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО МОДУЛЯ

Феськова Елена Васильевна,

кандидат педагогических наук, доцент, доцент,
кафедра инженерного бакалавриата CDIO,
feskova-ev@yandex.ru

Бутакова Светлана Михайловна,

кандидат педагогических наук, доцент,
кафедра фундаментального естественнонаучного образования,
butakovasvet@mail.ru

Сибирский федеральный университет,
Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

Причины кризиса инженерного образования связаны с внешним воздействием на систему высшего профессионального образования и с внутренними процессами, происходящими в этой системе. Статья посвящена проблеме повышения качества подготовки инженеров в связи с возросшими требованиями к выпускникам технических направлений вузов со стороны работодателя. Для ее решения необходимо активное включение в этот процесс и самих обучающихся – будущих инженеров. Цель исследования состоит в обосновании особенностей организации учебного процесса по дисциплинам естественнонаучного модуля технических направлений подготовки в идеологии CDIO, которые обеспечивали бы формирование у студентов осознанности интегративного образовательного результата в ходе освоения данных дисциплин. Методологическую основу исследования составили подходы: системный, деятельностный, личностно-ориентированный, компетентностный. В работе проводится анализ понятий: «интеграция», «интегрированное обучение», «интегрированное учебное задание», «образовательный результат». Определены факторы, связанные с организацией процесса обучения естественнонаучным дисциплинам, влияющие на формирование осознанности у студентов интегративного образовательного результата: интегрированный учебный план; обогащение содержания курсов дисциплин естественнонаучного модуля примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин; реализация активных методов обучения; выделение общих идей, общности структур видов деятельности, общенаучных методов познания по естественнонаучным дисциплинам. Отмечается, что достижение интегративного образовательного результата происходит посредством участия студентов в различных видах учебной деятельности: в ходе занятий по естественнонаучным дисциплинам (лекции, практические и лабораторные занятия); в рамках проектной деятельности; в STEM-играх («Инженерный кластер», «Инженерный старт», «Инженерная лаборатория»); в процессе подготовки и презентации докладов на научно-практические конференции.

Ключевые слова: инженерное образование, интегративный образовательный результат, осознанность образовательного результата, инициатива CDIO, интеграция, интегрированное обучение, интегрированное учебное задание, проектная деятельность, естественнонаучный модуль.

Введение

В современных условиях одной из актуальных задач развития общества является повышение качества высшего профессионального образования. Эксперты Ассоциации инженерного образования России состояние инженерного дела в стране оценивают, как неудовлетворительное [1]. Инженерное образование находится в условиях кризиса, что связано с увеличивающейся планкой оценивания результатов обучения выпускников технических вузов, с одной стороны, и сложностью осуществления процессов реформирования российского образования, с другой (табл. 1).

В связи с необходимостью перемен в системе инженерного образования, делаются шаги по разработке новых образовательных технологий – «Всемирная инициатива CDIO» (Conceive, Design, Implement, Operate — «придумай, спроектируй, реализуй, управляй»). От выпускника университета, в котором реализуется программа CDIO, требуется выполнение своих обязанностей на высоком профессиональном уровне на любом этапе жизненного цикла продукта [2].

Существует мировой опыт реализации мультидисциплинарного образования на основе междисциплинарной (межпредмет-

Таблица 1. Причины кризиса высшего профессионального образования в России
Table 1. Causes of the crisis in higher professional education in Russia

Причины, связанные с внешним воздействием на систему профессионального образования Reasons related to external impact on the vocational education system	Причины, связанные с внутренними процессами в профессиональном образовании Reasons related to internal processes in vocational education
<ul style="list-style-type: none"> • быстрое обновление профессиональных знаний fast updating of professional knowledge; • несоответствие содержания инженерного образования существующему развитию общества и производства inconsistency of the content of engineering education with the existing development of society and production; • разрыв между естественнонаучными и гуманитарными областями the gap between the natural sciences and the humanities 	<ul style="list-style-type: none"> • замкнутость образовательной системы the closed nature of the educational system; • устаревшая лекционно-семинарская система и заданность образовательной траектории an outdated lecture and seminar system and a given educational trajectory; • кафедральная структура и недостаточное число преподавателей, мотивированных к реализации новых практик department structure and insufficient number of teachers motivated to implement new practices; • устаревшее оборудование, недостаточная исследовательская база для практической подготовки студентов к будущей профессиональной деятельности outdated equipment, insufficient research base for the practical preparation of students for future professional activities; • недостаточный уровень естественнонаучной подготовки студентов и отсутствие ее интегративных взаимосвязей с общеинженерной подготовкой insufficient level of natural science training of students and the lack of its integrative relationships with general engineering training

ной) интеграции. Реализация такого подхода в образовании подразумевает переход от STEM-образования, включающего изучение естественнонаучных дисциплин, технологий, инженерного дела, к образованию, которое охватывает изучение гуманитарных дисциплин [3]. За рубежом активно обсуждается межпредметная интеграция, которая впервые была определена как интегрированное обучение [4]. К этому же направлению можно отнести подходы, связанные с концепцией *liberal arts* в высшем образовании [5].

Методы исследования

Цель нашего исследования состоит в обосновании особенностей организации учебного процесса по дисциплинам естественнонаучного модуля технических направлений подготовки в идеологии CDIO, которые обеспечивали бы формирование у студентов осознанности интегративного образовательного результата в ходе освоения данных дисциплин.

Ориентация на используемый компетентностный подход, предполагает описание результатов обучения в форме компетенций. Деятельностный подход целесообразен в рамках исследования в силу того, что всякое развитие человека, в том числе и личностное, осуществляется в деятельности. Так как одной из образовательных целей является развитие человека, то мы опираемся на личностно-ориентированный подход, который предполагает субъектную позицию студента в обучении, его активность и инициативность в учебном процессе. Наряду с этим, применялись такие методы как: сравнительно-сопоставительный анализ проблемы в психологической и педагогической литературе, методы педагогического наблюдения.

Результаты исследования и обсуждение результатов

Говоря о результате в процессе учебной деятельности, уместно будет конкретизировать это понятие как образовательный.

Образовательный результат можно представить как совокупность трех компонент: компетентность, которая является результатом изучения учебного материала; социальный опыт, полученный в процессе обучения с учетом индивидуальных особенностей; характеристика человека, как носителя культуры в единстве знаниевой, деятельностной и аксиологической подструктур.

Задача преподавателя – построить процесс обучения так, чтобы необходимость освоения дисциплин была понятна обучающимся, будущими инженерам, и они еще в начале прохождения соответствующих курсов сформулировали свои предметные и личностные цели, а также стремились к их достижению. Это довольно сложный процесс. Одним из принципов разработки учебного плана по направлению подготовки «Металлургия CDIO» является принцип обратного дизайна. Традиционный подход, когда ко всем студентам прикладывается одно «лекало» и преподаватель «читает» дисциплину с опорой только на базовые понятия в своей научной области без привязки к будущей профессиональной деятельности – не подходит. В современных условиях преподавателю необходимо добиваться осознанности интегративных образовательных результатов со стороны обучающихся.

Осознанность – понятие, которое чаще всего применяется в современной психологии и определяется как непрерывное отслеживание текущих переживаний. В педагогике выделяют скрытую осознанность – знание о чём-либо без понимания этого.

Джон Хэтти – профессор Мельбурнского университета, считает, что в образовании необходимо использовать методы и приемы с доказанной эффективностью. Хэтти выделяет три составляющих осознанности: четкие цели (чем четче преподаватель совместно с обучающимися формулирует цели, тем больше они вовлекаются в работу для достижения этой цели); успешность критериев (чем больше обучающийся информирован о критериях, тем точнее он сможет построить свою образовательную траекторию по достижению заданных критериев); быстрая обратная связь (информированность студентов о результатах обучения) [6].

По мнению Родригеса Монео, преподаватель может оценить сформированную осознанность у студентов по довольно надёжным показателям – индикаторам:

- выбор или предпочтение одного вида деятельности другому;
- временной интервал, который необходим для разрешения поставленной проблемы и перехода из данной стадии в стадию действия;
- приложенные усилия (объем задействованных физических и когнитивных ресурсов для решения задачи);
- настойчивость при выполнении задачи;
- показатели выражения эмоций (эмоциональная реакция, которая определяет отношение к конкретной деятельности) [7].

Осуществляя образовательный процесс в рамках CDIO, Сибирский федеральный университет решает важную задачу – создание такой среды, в условиях которой у студентов будут формироваться необходимые для дальнейшей жизни компетенции, делающие выпускников вуза востребованными на рынке труда. Наряду с освоением практических навыков студент должен освоить и фундаментальную базу, без которой высшее образование невозможно. Но изучение фундаментальной базы, в том числе и естественнонаучной, не должно ограничиваться только усвоением теоретических знаний, необходимо уметь применять полученные знания на практике при решении реальных задач, относящихся к профессиональной деятельности. Подобный подход к организации образовательного процесса можно найти в трудах западных исследователей (Integrated Curriculum) [8].

Стандарты CDIO определяют требования к программам, на базе которых реализуется данное направление подготовки, и создают условия для улучшения образовательного процесса.

Традиционный подход, подразумевающий дисциплинарную расчлененность, не способствует формированию системных знаний у студентов, в связи с чем, обостряется проблема преодоления структурированных и тесно взаимосвязанных между собой знаний в рамках отдельно взятых дисциплин. Решать проблему можно по-разному, но наиболее вероятный подход – сочетание теории и практики в образовательном процессе в их неразрывном единстве. Основным инструментом в преодолении выше указанной проблемы является интеграция.

Интеграция может рассматриваться как процесс простраивания связей между информацией, знаниями, науками, с одной стороны, и обеспечение их целостности – с другой.

Некоторые отечественные исследователи выделяют: интеграцию внутри предмета или дисциплины (между разделами и темами одной дисциплины), межпредметную (по горизонтали: объединение сходного материала в разных дисциплинах; по вертикали: объединение материала одной дисциплины разного уровня сложности); межсистемную интеграцию (объединение содержания разных систем образования).

Проведя анализ подходов российских и зарубежных исследователей, можно выделить виды интегрированного обучения:

- предметно-языковое интегрированное обучение [9–13];
- интегрированное обучение нескольким предметам [14, 15];
- интегрированное обучение лиц, принадлежащих к разным социальным группам, а также лиц с ограниченными возможностями здоровья [16];
- практико-интегрированное обучение (work-integrated learning) [17–19].

Интегрированный подход к образованию по дисциплинам естественнонаучного модуля осуществляется через обогащение содержания дисциплины примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин, с применением активных методов обучения. Например, при изучении физики в техническом вузе необходимо использовать дифференциальное и интегральное исчисления, аппарат дифференциальных уравнений, иначе преподавание будет дублировать школьную программу [20].

В педагогической литературе аспекты интегрированного обучения нескольким предметам может осуществляться через:

- объединение учебных дисциплин с целью решения гносеологических, методических, технологических и практических проблем;
- содержательное взаимообогащение учебных дисциплин с целью создания единого образовательного пространства;
- согласование целей, результатов, содержания, форм и методик обучения с учетом единства процессов обучения и воспитания в вузе;
- акцентирование и укрепление междисциплинарных связей с учетом целостности теоретического и практического содержания дисциплин [21].

В педагогической литературе выделяют три стадии интегрированного обучения нескольким предметам:

- освоение знаний и приобретение навыков через многократное повторение упражнений;
- применение полученных знаний в учебных ситуациях из различных предметных областей;
- освоение студентами способов мировосприятия, мироотношения и культуротворческой деятельности.

Интегрированное обучение в рамках первых двух стадий осуществляется при реализации предметного содержания дисциплин. Высшая стадия интеграции – третья, предполагает перестройку всей системы обучения и может быть достигнута только на уровне интегрированного обучения нескольким предметам [22].

Для системы инженерного интегрированного образования, по мнению

Э. Кроули, является обязательным встраивание в учебный процесс проектной деятельности студентов, так как наличие проектов учебном плане не только способствует получению студентами опыта проектирования и формированию их способности к работе в команде, но и помогают студентам к более глубокому пониманию фундаментальных основ инженерного дела [23].

В рамках инициативы CDIO стандартах 2 и 3 («Результаты программы CDIO», «Интегрированный учебный план») акцентируется внимание на необходимости интеграции у выпускника: дисциплинарных знаний, личностных компетенций, межличностных компетенций, умения разрабатывать продукты и системы.

Учебный план образовательной программы по направлению подготовки 22.03.02.11 «Металлургия CDIO» представлен в семи модулях: естественнонаучный, общеинженерной подготовки, коммуникации, человек и общество, физическая культура, профессиональный, проектный. В частности, естественнонаучный модуль, включает в себя дисциплины: «Математика», «Физика», «Химия», «Физическая химия» и т. п.

Говоря, о целесообразности формирования интегрированного учебного плана в процессе реализации любой инженерной образовательной программы Эдвард Кроули, отмечает: «Инженерное образование состоит из двух основных процессов: приобретения и усвоения предметных знаний и формирования профессиональных компетенций. Ос-

новая причина необходимости интеграции учебного плана – взаимосвязь этих процессов. Предметные знания приобретают значимость в процессе их применения на практике» [23, с. 155].

Цели и результаты освоения образовательных программ являются интегративными результатами обучения, согласно требованиям ФГОС ВО и критериев АИОР («Ассоциация инженерного образования региона»), соответствующие международным стандартам EUR-ACE (Аккредитация европейских инженерных программ) и FEANI (основатель Всемирной федерации инженерных организаций).

Роль преподавателей дисциплин в разработке и реализации интегрированного учебного плана рассматривается в стандарте 3 CDIO. В образовательном процессе они обеспечивают педагогические условия для интегрированного обучения студентов нескольким предметам путем выделения общих научных идей, методов изучения и анализа окружающей действительности средствами своих дисциплин, опираясь на общие принципы структур тех или иных видов деятельности.

Основной дидактической единицей в условиях интегрированного обучения нескольким предметам являются интегрированные учебные задания. В рамках реализации стандартов CDIO в образовательном процессе вуза выполнение таких заданий студентами способствует как их интеллектуальному развитию, так и личностному росту [24].

В данной работе «под интегрированным учебным заданием будем понимать практико-ориентированное или профессионально-направленное учебное задание с элементами междисциплинарной интеграции, в процессе выполнения которого получение дисциплинарных знаний происходит одновременно с освоением личностных, межличностных компетенций» [25, с. 158].

В контексте идеологии CDIO говоря о формировании личностных компетенций студентов, имеются в виду согласно CDIO Syllabus: 2.1 – аналитическое мышление; 2.3 – системное мышление; 2.4 – критическое мышление. А межличностные компетенции студента – это такие как: 3.1 – работа в коллективе (командная работа); 3.2 – коммуникация. Перечень, представленных выше, компетенций CDIO Syllabus согласуется с компетенциями УК-1, УК-3 и УК-4, представленными в ФГОС ВО 3++ для направления «Металлургия».

Интегрированное обучение позволяет продемонстрировать тесную взаимосвязь научного аппарата естественнонаучных дисциплин и понять, что для решения реальной проблемы, в том числе и в его будущей профессиональной сфере, необходимо воспользоваться средствами различных предметных областей. Организация такого обучения способствует формированию представления у обучающихся о целостной картине мира, развитию интегративного мышления, так как сегодня человеку в своей деятельности приходится постоянно решать достаточное количество комплексных проблем.

Дисциплины естественнонаучного модуля реализуются в первом, втором и третьем семестрах учебного плана образовательной программы подготовки бакалавров направления 22.03.02.11 «Металлургия CDIO».

Для успешного освоения этих дисциплин необходимы базовые знания школьного курса математики, физики, химии и такие способности студентов, как: осуществление информационного поиска; корректная работа с пакетами прикладных программ (MS Excel, MathCAD, MathType, графический редактор); подготовка мультимедийной презентации.

Согласно рабочим программам дисциплин естественнонаучного модуля, по окончании его изучения студент-бакалавр должен уметь на базе сформированных предметных компетенций:

- использовать базовые естественнонаучные знания в практической деятельности;
- формулировать рекомендации по оптимизации технологии металлургических процессов при исследовании их математических, физических и химических моделей;
- проводить обоснованный выбор аппарата естественнонаучных дисциплин для исследования геометрических и физических объектов, химических процессов;
- определять типы уравнений, адекватно описывающих изучаемые объекты и процессы, в том числе в задачах с металлургическим контекстом;
- строить математические модели исследуемых процессов по табличной информации;
- строить графики функций, характеризующие рассматриваемые процессы в прикладных и практико-ориентированных задачах для их визуального представления.

Достижение интегративного образовательного результата происходит посредством

участия студентов в различных видах учебной деятельности: в ходе занятий по дисциплинам (лекции, практические и лабораторные занятия); в рамках проектной деятельности; в STEM-играх («Инженерный кластер», «Инже-

нерный старт», «Инженерная лаборатория»); в процессе подготовки и презентации докладов на научно-практических конференциях.

Обсуждая совместно со студентами интегрированные учебные задания, преподавате-

Таблица 2. Примеры интегрированных учебных заданий

Table 2. Examples of Integrated Learning Assignments

Интегрированные учебные задания / Integrated study assignments	Интегрируемые дисциплины Integrated disciplines						
Теплоемкость металлического урана $C_p = 0,727 \text{ кал}\cdot\text{град}^{-1}\cdot\text{моль}^{-1}$ при $T_1=20 \text{ К}$. Рассчитайте стандартную абсолютную энтропию 1 моля этого вещества при 20 К Heat capacity of metallic uranium $C_p = 0,727 \text{ cal}\cdot\text{deg}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ at $T_1=20 \text{ K}$. Calculate the standard absolute entropy of 1 mol of this substance at 20 K	Математика, физика, Химия Mathematics, physics, chemistry						
Из схемы реакции $\text{Al}+\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{H}_2+\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, протекающей при взаимодействии алюминия с гидроксидом натрия в водной среде, видно, что образуется водород и гексагидроксоалюминат натрия. Составить уравнение реакции, воспользовавшись средствами линейной и векторной алгебры для нахождения стехиометрических коэффициентов From the reaction scheme $\text{Al}+\text{NaOH}+\text{H}_2\text{O}\rightarrow\text{H}_2+\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, which occurs during the interaction of aluminum with sodium hydroxide in an aqueous medium, it can be seen that hydrogen and sodium hexahydroxoaluminate are formed. Create a reaction equation using linear and vector algebra tools to find stoichiometric coefficients	Математика, химия Mathematics, chemistry						
В таблице представлены результаты экспериментальных тестов по определению разрушающего напряжения листовой меди при различных температурах t . Требуется записать уравнение зависимости разрушающего напряжения от температуры (полагая, что зависимость линейная), рассчитать температуру для напряжения $\sigma = 7,54 \text{ Н/см}^2$, найти напряжение для $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ The table shows the results of experimental tests to determine the breaking stress σ of sheet copper at different temperatures t . It is required to write the equation of the dependence of the breaking stress on temperature (assuming that the dependence is linear), calculate the temperature for the stress $\sigma = 7.54 \text{ N/cm}^2$, find the stress for $t = 250 \text{ }^\circ\text{C}$.	Математика, физическая химия / Mathematics, physical chemistry						
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$\sigma \text{ Н/см}^2$</td> <td>8,46</td> <td>6,63</td> </tr> <tr> <td>$t \text{ }^\circ\text{C}$</td> <td>70</td> <td>604</td> </tr> </table>	$\sigma \text{ Н/см}^2$	8,46	6,63	$t \text{ }^\circ\text{C}$	70	604	
$\sigma \text{ Н/см}^2$	8,46	6,63					
$t \text{ }^\circ\text{C}$	70	604					
В перечне представленных уравнений реакций укажите те уравнения, где энтальпия процесса будет равна стандартной энтальпии образования сульфата меди(II) (CuSO_4) In the list of the presented reaction equations, indicate those equations where the enthalpy of the process will be equal to the standard enthalpy of formation of copper sulfate (II) (CuSO_4): а) $2\text{Cu} (\text{тв.}) + \text{S} (\text{ромб.}) + 3\text{O}_2 (\text{г.}) = 2\text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; б) $\text{Cu} (\text{тв.}) + \text{S} (\text{ромб.}) + 1,5\text{O}_2 (\text{г.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; в) $\text{CuO} (\text{тв.}) + \text{SO}_2 (\text{г.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$; г) $\text{Cu} (\text{ат.}) + \text{S} (\text{ат.}) + 3\text{O} (\text{ат.}) = \text{CuSO}_4 (\text{тв.})$. Аргументируйте ответ / Argument the answer	Математика, физика, физическая химия, химия / Mathematics, physics, physical chemistry, chemistry						
Определить количество теплоты, необходимое для того, чтобы нагреть 100 кг железа от 25 до 90° Determine the amount of heat required to heat 100 kg of iron from 25 to 90°	Математика, физика, химия / Mathematics, physics, chemistry						
Кусок металла с температурой $T_{\text{метал}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ помещен в печь, температура которой равна $T_{\text{печи}}=1500 \text{ }^\circ\text{C}$. При разности температуры печи и металла в $T \text{ }^\circ\text{C}$ металл нагревается со скоростью $kT \text{ }^\circ\text{C/мин}$. Найти функцию зависимости температуры металла в печи от времени с учетом условия, что, например, в дуговой сталеплавильной печи за время $t=30 \text{ мин}$ металл нагревается до $T_1=1460 \text{ }^\circ\text{C}$ A piece of metal with temperature $T_{\text{metal}}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ is placed in an oven, the temperature of which is $T_{\text{furnace}}=1500 \text{ }^\circ\text{C}$. When the temperature difference between the furnace and the metal is $T \text{ }^\circ\text{C}$, the metal is heated at a rate of $kT \text{ }^\circ\text{C/min}$. Find the function of the dependence of the temperature of the metal in the furnace on time, taking into account the condition that, for example, in an arc steel-making furnace for a time $t=30 \text{ min}$, the metal heats up to $T_1=1460 \text{ }^\circ\text{C}$.	Математика, физика / Mathematics, physics						

ли дисциплин естественнонаучного модуля, делают акцент на применимости аппарата их научных областей в будущей профессиональной деятельности студентов. В процессе выполнения заданий студентам предлагается в рамках самостоятельной индивидуальной или командной работы составить алгоритм решения прикладных и практико-ориентированных задач.

Такие учебные задания студенты решают на практических обобщающих занятиях в конце изучения разделов естественнонаучных дисциплин, обязательно публично представляя результаты своей командной или индивидуальной деятельности или защищая их, отвечая на уточняющие вопросы преподавателя. Примеры интегрированных учебных заданий представлены в табл. 2.

С целью формирования навыка представления результатов своей учебной деятельности для защиты лабораторных работ по физике студенты готовят доклады и делают презентации с демонстрацией графиков зависимости исследуемых величин в рамках математической модели изучаемого явления, используя возможности MS Excel, MathCAD, MathType, графического редактора.

Преподаватели естественнонаучных дисциплин, работающие в рамках образовательной программы «Металлургия CDIO» при изучении тем и обсуждении аппарата своих научных областей акцентируют внимание студентов на его связи с дисциплинами модулей: естественнонаучного, общеинженерного, профессионального, проектного. Так, например: подходы к решению линейных систем алгебраических уравнений применяются при изучении темы «Законы Кирхгофа»; основы дифференциального и интегрального исчисления, теория дифференциальных уравнений позволяют решать задачи раздела «Механика» и «Молекулярная физика и термодинамика», «Электричество и магнетизм», при расчетах скорости химической реакции и для вычисления энтропии веществ. При построении функциональных зависимостей и областей интегрирования, решении систем алгебраических уравнений численными методами, выборе аппроксимирующей функции по заданным экспериментальным данным применяются пакеты прикладных программ MathCAD, Excel и другие онлайн-сервисы, которые изучаются в курсе дисциплины «Информационные сервисы».

В рамках проектной деятельности студенты направления «Металлургия CDIO» выбирают тему проекта, которой они занимаются в течение одного или двух семестров, что тесно связано с идеей организации проектной деятельности, согласно контексту Всемирной инициативы CDIO. Ниже приведены практико-ориентированные и профессионально-направленные примеры тем проектной деятельности студентов:

- «Проектирование и изготовление модели прокатного стана Ambifilo Veloce Rosen 180»;
- «Снижение расхода модифицирующих добавок при литье слитков из алюминиевых сплавов 5XXX серии с использованием ультразвуковой обработки»;
- «Разработка технологических решений по совершенствованию процесса сорбционного цианирования золотосодержащих флотационных концентратов»;
- «Разработка машины Голдберга для демонстрации физических законов»;
- «Разработка режимов термической обработки для повышения пластических свойств слитков после переплавки алюминиевых банок»;
- «Разработка индукционной печи для плавки металла».

С целью развития инженерного мышления для студентов первого курса в ходе реализации дисциплины «Проектная деятельность» организуются STEM-игры: «Инженерный кластер», «Инженерный старт», «Инженерная лаборатория». При проведении этих игр преподаватели дисциплин естественнонаучного модуля выступают в роли консультантов, осуществляя процесс интеграции содержания своих дисциплин со смысловым полем дисциплин проектного модуля и модуля общеинженерной подготовки.

Так, например, на этапе игры «Инженерный кластер» студенты решают средствами дисциплин физики, химии и математики комплексные задания по запуску транспортного дирижабля, где необходимо рассчитать: подъемную силу дирижабля с учетом основного и вспомогательного двигателей, объем необходимого топлива для передвижения по заданному курсу и времени полета.

В рамках турнира «Инженерный старт» студенты предлагают и воплощают в жизнь свои технические решения в процессе конструирования: «машины», которая одинаково хорошо преодолевает песчаный и каменистый

участки пути, и водную преграду; макета ветрогенератора; маяка с использованием химического источника света и т. д.

Участвуя в инженерной лаборатории, студенты самостоятельно разрабатывают модель программируемого манипулятора на гидравлическом приводе с учетом геометрии манипулятора, моментов сил, угловой расходимости его узлов для заданной грузоподъемности.

В условиях интегрированного обучения подготовка докладов на научно-практические и международные студенческие конференции выполняется обучающимися индивидуально или в команде по 2–3 человека. Приведем примеры практико-ориентированных тем докладов студентов направления «Металлургия CDIO» на конференциях: «Расчет атмосферного давления с использованием аппарата дифференциальных уравнений»; «Использование при нахождении стехиометрических коэффициентов аппарата линейной и векторной алгебры»; «Расчет оптимальных параметров резервуаров для хранения горюче-смазочных материалов с использованием аппарата дифференциального исчисления»; «Расчет теплопроводности через цилиндрическую поверхность с использованием аппарата дифференциальных уравнений первого порядка» [25]. Темы докладов формулируются в соответствии с интересами студентов и их профессиональной ориентацией. Такая деятельность является одной из важных составляющих подготовки студентов к инженерной деятельности и выполнению в дальнейшем ими курсовых работ по дисциплинам профессионального цикла.

Заключение. Подводя итог исследованию, можно сказать, что на формирование у студентов интегративного образовательного результата оказывают влияние многие факторы, связанные с организацией процесса обучения. В первую очередь – это интегрированный учебный план, в котором изучение дисциплин каждого модуля направлено на формирова-

ние целостной структуры знаний студентов. Содержание дисциплин естественнонаучного модуля обогащается примерами, фактами, теоретическими сведениями из других дисциплин, а учебный процесс реализуется с применением активных методов обучения. По изучаемым дисциплинам выделяются общие методы научного познания, способы исследования реальных явлений и процессов, учитывается общность структур видов учебной деятельности. Сегодня в педагогической литературе и практике сложилось четкое понимание интеграции в образовательном процессе, в условиях которой у студентов формируется: система базовых знаний, умений и навыков по естественнонаучным и общеинженерным дисциплинам; личностные и межличностные компетенции выпускника; приобретается опыт по созданию продуктов и систем.

Важным компонентом в обучении является вовлечение студентов в проектную деятельность и особый подход к организации учебного процесса. Цель изучения каждой дисциплины формулируется совместно с обучающимися, каждый студент знает критерии успешности освоения дисциплин и может определить свои действия по достижению образовательного результата. Обучение по образовательной программе строится через систему «интегрированных учебных заданий», регулярное обращение к базовым понятиям дисциплин естественнонаучного модуля при изучении нового учебного материала на дисциплинах общеинженерного, профессионального и проектного модулей с целью формирования у студентов способности переносить ранее полученные фундаментальные знания на профессиональную область.

Таким образом, интегративный образовательный результат формулируется с учетом конкретизации потребностей и с учетом ожиданий обучающихся с одной стороны и возможностью осознанности его присвоения ими, с другой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Журнал ассоциации инженерного образования России. – 2020. – № 27. – С. 27–35.
2. Соболев Л.Б. Проблемы инженерного образования в России // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17. – Вып. 7. – С. 1252–1267. URL: <http://fin-izdat.ru/journal/analiz/> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review // Thinking Skills and Creativity. – 2019. – Vol. 31. – P. 31–43.

4. Huber M.T., Hutchings P., Gale R. Integrative Learning for Liberal Education // Peer Review. – 2005. – Vol. 7. – № 3/4. URL: <https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/integrativelearning-liberal-education>. (дата обращения: 18.03.2021).
5. Timofeev V., Timofeeva A., Shramko L. A Comparative Study of Russian vs English in Teaching Language and Thinking Courses // International Conference on European Multilingualism: Shaping Sustainable Educational and Social Environment (EMSESE 2019). – 2019. DOI:10.2991/emssese-19.2019.39. URL: https://www.researchgate.net/publication/337313946_A_Comparative_Study_of_Russian_vs_English_in_Teaching_Language_and_Thinking_Courses (дата обращения: 18.03.2021)
6. Джон Хэтти. Видимое обучение. – М.: Национальное образование, 2017. – 432 с.
7. Murayama K., Pekrun R., Lichtenfeld S., Hofe Predicting R. Long-term growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies // Child development. – 2013. – Vol. 84. – P. 1475–1490.
8. Boyd Sh. Integrated Curriculum: Definition, Benefits & Examples // Study.com, 11 September 2015. URL: study.com/academy/lesson/integrated-curriculum-definition-benefits-examples.html (дата обращения: 18.07.2021).
9. Алмазова Н.И., Баранова Т.А., Вдовина Е.К., Гальскова Н.Д., Крылов Э.Г., Минакова Л.Ю., Обдалова О.А., Рыбушкина С.В., Салехова Л.А., Серова Т.С., Сидоренко Т.В., Шульгина Е.М. Интегрированное обучение иностранным языкам и профессиональным дисциплинам. Опыт российских вузов – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2018. – 380 с.
10. Чикризова К.В. Разработка динамической веб-программы предметно-языкового курса на базе GOOGLE инструментов для развития устно-речевых медиативных умений студентов // Преподаватель XXI век. – 2020. – № 1–1. – С. 124–131.
11. Dalton-Puffer Ch., Nikula T. Content and language integrated learning // Language Learning Journal. – 2014. – Vol. 42 (2). – P. 117–122.
12. García Esteban S. Integrating curricular contents and language through storytelling: criteria for effective CLIL lesson planning // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – 2015. – Vol. 212. – P. 47–51.
13. Pérez Cañado M.L. The effects of CLIL on L1 and content learning: Updated empirical evidence from monolingual contexts // Learning and Instruction. – 2018. – Vol. 57. – P. 18–33.
14. Кремер И.Ю., Кузнецова И.И. Интегративный подход как основа формирования профессионально-компетентной личности будущего учителя // Вестник Донецкого педагогического института. – 2017. – № 3. – С. 25–31.
15. Christidis M. Vocational knowing in subject integrated teaching: A case study in a Swedish upper secondary health and social care program // Learning, Culture and Social Interaction. – 2019. – Vol. 21. – P. 21–33.
16. McKeown, S. Integrated education in Northern Ireland: Education for peace? // Enlarging the Scope of Peace Psychology: African and World-Regional Contributions. By eds. M. Seedat, S. Suffla, D.J. Christie – Springer: US, 2017. – P. 75–92.
17. Palmer S., Young K., Campbell M. Developing an institutional evaluation of the impact of Work Integrated Learning on employability and employment // International Journal of Work-Integrated Learning. – 2018. – Vol. 19, – № 4. – P. 371–383.
18. Berndtsson I., Dahlborg E., Pennbrant S. Work-integrated learning as a pedagogical tool to integrate theory and practice in nursing education – An integrative literature review // Nurse Education in Practice. – 2020. – Vol. 42. DOI:10.1016/j.nepr.2019.102685
19. What is Work Integrated Learning? URL: <https://www.murdoch.edu.au/Work-Integrated-Learning/What-is-WIL/> (дата обращения: 18.03.2021).
20. Ефремова Н.А., Рудковская В.Ф., Лопатина О.В., Киселева Е.С. Проблемы современного естественно-научного физического образования в техническом вузе // Журнал ассоциации инженерного образования России. – 2018. – № 24. – С. 66–73.
21. Семенова Г.Е., Гоголева И.В., Иванова А.В. Педагогические условия междисциплинарной интеграции при реализации компетентностного подхода // Педагогический журнал. – 2017. – Т. 7. – № 3А. – С. 90–97.
22. Киримлеева Н.С. Принципы и формы реализации интеграционных процессов в образовании. URL: https://pgu.ru/upload/iblock/3a3/uch_2014_iii_02.pdf (дата обращения: 18.03.2021).
23. Кроули Э.Ф., Малмквист Й., Остлунд С., Бродер Д.Р. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. – Москва : Высшая школа экономики, 2015. – 504 с.
24. Бутакова С.М., Бугаева Т.П., Братухина Н.А. Обогащение образовательного процесса по математике идеями CDIO // Российско-китайский научный журнал «Содружество». – 2016. – № 2(2). – С. 12–16.
25. Бутакова С.М., Феськова Е.В. Реализация интегративного подхода в обучении естественнонаучным дисциплинам в идеологии CDIO // Проблемы современного образования. – 2018. – № 2. – С. 156–163. URL: <http://www.pmedu.ru/images/2018-2/17.pdf> (дата обращения: 18.03.2021).

Дата поступления: 20.03.2021.

UDC 378.14

DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

FORMATION OF STUDENTS' AWARENESS OF AN INTEGRATIVE EDUCATIONAL RESULT IN THE PROCESS OF MASTERING THE DISCIPLINES OF THE NATURAL SCIENCE MODULE

Elena V. Feskova,

Cand. Sc., associate Professor,
Department of Engineering Bachelor's Degree CDIO,
feskova-ev@yandex.ru

Svetlana M. Butakova,

Cand. Sc., Associate Professor,
Department of Fundamental Natural Science Education,
butakovasvet@mail.ru

Siberian Federal University,
79, Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russia.

The reasons for the crisis of engineering education are connected with the external impact on the system of higher professional education and with the internal processes taking place in this system. The article is devoted to the problem of improving the quality of training of engineers in connection with the increased requirements for graduates of technical areas of universities from the employer. To solve it, it is necessary to actively involve the students themselves – future engineers-in this process. The purpose of the study is to substantiate the features of the organization of the educational process in the disciplines of the natural science module of technical training directions in the ideology of CDIO, which would ensure the formation of students' awareness of an integrative educational result during the development of these disciplines. The methodological basis of the research is based on the following approaches: systemic, activity-based, personality-oriented, competence-based. The paper analyzes the following concepts: "integration", "integrated learning", "integrated learning task", "educational result". The factors related to the organization of the process of teaching natural science disciplines that affect the formation of students' awareness of an integrative educational result are identified: an integrated curriculum; enriching the content of the courses of the disciplines of the natural science module with examples, facts, theoretical information from other disciplines; implementing active teaching methods; highlighting common ideas, common structures of activities, general scientific methods of cognition in natural science disciplines. It is noted that the achievement of an integrative educational result occurs through the participation of students in various types of educational activities: during classes in natural science disciplines (lectures, practical and laboratory classes); within the framework of project activities; in STEM games ("Engineering cluster", "Engineering Start", "Engineering Laboratory"); in the process of preparing and presenting reports at scientific and practical conferences.

Keywords: engineering education, integrative educational result, awareness of the educational result, CDIO initiative, integration, integration training, integrated learning task, project activity, natural science module.

REFERENCES

1. Korobtsov A.S. Kachestvo inzhenernogo obrazovaniya: lozungi i realnost [The quality of engineering education: slogans and reality]. *Zhurnal assotsiatsii inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2020, no. 27, pp. 27-35.
2. Sobolev L.B. Problemy inzhenernogo obrazovaniya v Rossii [Problems of Engineering Education in Russia]. *Ekonomicheskiy analiz: teoriya i praktika*. 2018, Vol. 17, Issue 7, pp. 1252–1267. Available at: <http://fin-izdat.ru/journal/analiz/> (accessed: 18.03.2021).
3. Perignat E., Katz-Buonincontro J. STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*. 2019, Vol. 31, pp. 31–43.
4. Huber M.T., Hutchings P., Gale R. Integrative Learning for Liberal Education. *Peer Review*. 2005, Vol. 7, no. 3/4. Available at: <https://www.aacu.org/publications-research/periodicals/integrativelearning-liberal-education>. (accessed: 18.03.2021).
5. Timofeev V., Timofeeva A., Shramko L. A Comparative Study of Russian vs English in Teaching Language and Thinking Courses. *International Conference on European Multilingualism: Shaping Sustainable Educational and Social Environment (EMSSESE 2019)*. 2019. DOI:10.2991/emssese-19.2019.39. Available at: https://www.researchgate.net/publication/337313946_A_Comparative_Study_of-Russian_vs_English_in_Teaching_Language_and_Thinking_Courses (accessed: 18.03.2021)

6. Dzhon Khetti. *Vidimoye obucheniye* [Visible learning]. Moscow, Natsionalnoye obrazovaniye Publ., 2017. 432 p.
7. Murayama K., Pekrun R., Lichtenfeld S., HofePredicting R. Long-term growth in Students' Mathematics Achievement: The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies. *Child development*. 2013, Vol. 84, pp. 1475–1490.
8. Boyd Sh. Integrated Curriculum: Definition, Benefits & Examples. *Study.com*. 11 September 2015. Available at: study.com/academy/lesson/integrated-curriculum-definition-benefits-examples.html (accessed: 18.07.2021).
9. Almazova N.I., Baranova T.A., Vdovina E.K., Galskova N.D., Krylov E.G., Minakova L.Yu., Obdalova O.A., Rybushkina S.V., Salekhova L.L., Serova T.S., Sidorenko T.V., Shulgina E.M. *Integrirovannoye obucheniye inostrannym yazykam i professionalnym distsiplinam. Opyt rossiyskikh vuzov* [Integrated teaching of foreign languages and professional disciplines. Experience of Russian universities]. SPb., Publishing house of Polytechnic. University, 2018. 380 p.
10. Chikrizova K.V. Razrabotka dinamicheskoy veb-programmy predmetno-yazykovogo kursa na baze GOOGLE instrumentov dlya razvitiya ustno-rechevykh mediativnykh umeniy studentov [Development of a dynamic web program for a subject-language course based on GOOGLE tools for the development of oral and speech media skills of students]. *Prepodavatel XXI vek*. 2020, no. 1–1, pp. 124–131.
11. Dalton-Puffer Ch., Nikula T. Content and language integrated learning. *Language Learning Journal*. 2014, Vol. 42 (2), pp. 117–122.
12. García Esteban S. Integrating curricular contents and language through storytelling: criteria for effective CLIL lesson planning. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2015, Vol. 212, pp. 47–51.
13. Pérez Cañado M.L. The effects of CLIL on L1 and content learning: Updated empirical evidence from monolingual contexts. *Learning and Instruction*. 2018, Vol. 57, pp. 18–33.
14. Kremer I.Yu., Kuznetsova I.I. Integrativnyy podkhod kak osnova formirovaniya professionalno-kompetentnoy lichnosti budushchego uchitelya [An integrative approach as the basis for the formation of a professionally competent personality of a future teacher]. *Vestnik Donetskogo pedagogicheskogo instituta*. 2017, no. 3, pp. 25–31.
15. Christidis M. Vocational knowing in subject integrated teaching: A case study in a Swedish upper secondary health and social care program. *Learning, Culture and Social Interaction*. 2019, Vol. 21, pp. 21–33.
16. McKeown, S. Integrated education in Northern Ireland: Education for peace? *Enlarging the Scope of Peace Psychology: African and World-Regional Contributions*. By eds. M. Seedat, S. Suffla, D.J. Christie. Springer, US, 2017, pp. 75–92.
17. Palmer S., Young K., Campbell M. Developing an institutional evaluation of the impact of WorkIntegrated Learning on employability and employment. *International Journal of Work-Integrated Learning*. 2018, Vol. 19, no. 4, pp. 371–383.
18. Berndtsson I., Dahlborg E., Pennbrant S. Work-integrated learning as a pedagogical tool to integrate theory and practice in nursing education – An integrative literature review. *Nurse Education in Practice*. 2020, Vol. 42. DOI:10.1016/j.nepr.2019.102685
19. *What is Work Integrated Learning?* Available at: <https://www.murdoch.edu.au/Work-Integrated-Learning/What-is-WIL/> (accessed: 18.03.2021).
20. Efremova N.A., Rudkovskaya V.F., Lopatina O.V., Kiseleva E.S. Problemy sovremennogo yestestvenno-nauchnogo fizicheskogo obrazovaniya v tekhnicheskoy vuzze [Problems of modern natural science physical education in a technical university]. *Zhurnal assotsiatsii inzhenernogo obrazovaniya Rossii*. 2018, no. 24, pp. 66–73.
21. Semenova G.E., Gogoleva I.V., Ivanova A.V. Pedagogicheskiye usloviya mezhdistsiplinarnoy integratsii pri realizatsii kompetentnostnogo podkhoda [Pedagogical conditions for interdisciplinary integration in the implementation of the competence-based approach]. *Pedagogicheskiy zhurnal*. 2017, Vol. 7, no. 3A, pp. 90–97.
22. Kirimleyeva N.S. *Printsipy i formy realizatsii integratsionnykh protsessov v obrazovanii* [Principles and forms of implementation of integration processes in education]. Available at: https://pgu.ru/upload/iblock/3a3/uch_2014_iii_02.pdf (accessed: 18.03.2021).
23. Krouli E.F., Malmkvist Y., Ostlund S., Broder D.R. *Pereosmysleniye inzhenernogo obrazovaniya. Podkhod CDIO* [Rethinking Engineering Education. CDIO approach]. Moscow, HShE Publ., 2015. 504 p.
24. Butakova S.M., Bugayeva T.P., Bratukhina N.A. Obogashcheniye obrazovatel'nogo protsessa po matematike ideyami CDIO [Enrichment of the educational process in mathematics with the ideas of CDIO]. *Rossiysko-kitayskiy nauchnyy zhurnal «Sodruzhestvo»*. 2016, no. 2(2), pp. 12–16.
25. Butakova S.M., Feskova E.V. Realizatsiya integrativnogo podkhoda v obuchenii yestestvennonauchnykh distsiplin v ideologii CDIO [Implementation of an integrative approach in teaching natural sciences in the ideology of CDIO]. *Problemy sovremennogo obrazovaniya*. 2018, no. 2, pp. 156–163. Available at: <http://www.pmedu.ru/images/2018-2/17.pdf> (accessed: 18.03.2021).

Received: 20.03.2021

УДК 159.9

DOI 10.54835/18102883_2021_29_6

МАГИСТРАТУРА В ИНЖЕНЕРНОМ ВУЗЕ: ВЗГЛЯД СТУДЕНТОВ

Тучина Оксана Роальдовна,

доктор психологических наук, доцент,
профессор кафедры истории, философии и психологии,
tuchena@yandex.ru

Бурлаченко Лариса Сергеевна,

преподаватель кафедры истории, философии и психологии,
larisa-lulu@yandex.ru

Кубанский Государственный Технологический университет,
Россия, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2.

В статье рассматривается проблема инженерной магистратуры как особого сегмента современной образовательной системы. С одной стороны современная нормативно-законодательная база РФ позволяет гибко подойти к формированию и реализации основных образовательных программ магистратуры, правил приема и другим вопросам. Однако существуют и определенные противоречия в данном процессе, которые рассматриваются в статье. Изложены результаты эмпирического исследования студентов 1 курса магистратуры очного отделения инженерных специальностей методом глубинного полуструктурированного интервью. В исследовании рассматривались проблемы мотивов поступления в магистратуру, ожидания студентов от дизайна магистерских программ, представления студентов о требованиях работодателей к бакалаврам и магистрам. Результаты исследования позволяют утверждать, что инженерная магистратура является частью непрерывного инженерного образования и должна рассматриваться именно в данном контексте, инженерная магистратура не предполагает смену направления подготовки.

Ключевые слова: инженерное образование; магистратура; мотивы обучения; ожидания студентов; метод глубинного полуструктурированного интервью.

19 июня 1999 г. в Болонье (Италия) министры образования 29 европейских стран подписали Болонскую декларацию, главная цель которой – реализация Европейского пространства высшего образования (ЕПВО), в основе которого лежат институциональная автономия, академическая свобода, равные возможности и демократические принципы, что будет способствовать мобильности, увеличению занятости и улучшению привлекательности и конкурентоспособности Европы. Присоединение России в 2003 г. к Болонскому процессу обусловило принятие нашей страной обязательств провести необходимые преобразования в контексте европейской интеграции, однако до сих пор этот процесс нельзя назвать завершенным и состоявшимся. Противоречие состоит в том, что, с одной стороны, в этом есть значительные преимущества, а с другой – каждой образовательной организации следует самостоятельно решать целый спектр организационно-методических и технических вопросов, связанных с построением института магистратуры.

Сегодня бакалавриат все еще рассматривается как некое «общее» образование, не

ориентированное на подготовку к деятельности в определенной области. Для подготовки бакалавров, как специалистов, необходимо создать новую образовательную технологию, которая могла бы обеспечить формирование конкретных профессиональных компетенций [1]. Особое место в данной многоуровневой системе занимает магистратура, которая в нашем образовательном процессе имеет неоднозначную функцию: основное это обучение или дополнительное, академическая образовательная траектория в сторону науки или прикладная к профессии [2].

Исследование проблем и перспектив российской магистратуры началось в 2006–2007 году [3], в 2014 г. Россия впервые приняла участие в пятом раунде проекта (Eurostudent V), где охватывается широкий круг тем, связанных с социальными и экономическими условиями жизни обучающихся [4]. За последние 20 лет фокусы исследований российской магистратуры менялись и усложнялись: в первой половине 2000-х годов они концентрировались на изучении предпосылок перехода на двухуровневую систему и на понимании того, что представляет собой образование на каждом

из уровней новой системы образовательных степеней, то позднее акцент сместился на проблемы становления новой модели образования.

В настоящее время основной исследовательской проблемой является выявление, какие модели магистратуры являются наиболее перспективными с точки зрения главных участников образовательного процесса и работодателей, изучаемые в рамках проектов НИУ ВШЭ «Рождение российской магистратуры» и его продолжения «Ландшафт российской магистратуры» [5]. Чтобы понять, какое содержательное наполнение магистратуры необходимо самим студентам, были исследованы мотивы продолжения обучения и выбора направления, ориентация на рынок труда, планы на будущую профессиональную деятельность. Согласно данным исследования «Рождение российской магистратуры», большинство магистрантов продолжили свое обучение сразу же после окончания бакалавриата и в том же вузе, где и учились, 55 % из них сменили направление подготовки на смежное или другое, а 45 % продолжают обучаться по тому же направлению. В качестве основных мотивов поступления в магистратуру студенты отметили желание получить, скорее, не новые знания, а выгодные перспективы карьерного роста и более высокую зарплату.

Инженерная магистратура является особым сегментом современной образовательной системы. Практически повсеместно на общеевропейском пространстве высшего образования сохранилась одноуровневая система в таких областях, как архитектура, право, медицина, инженерное образование [6]. Соответственно, возникает вопрос, насколько новые образовательные программы бакалавриата и магистратуры отличаются от специалитета [1, 7, 8]. «По техническим направлениям подготовка больше инженерная и чаще всего интегрированная, т.е. не предполагает выход бакалавров на рынок труда, а сама магистратура дает два года специализации. ... Такая модель наиболее близка программам французских технических высших школ. Это не академическая, но и не прикладная магистратура. ... программы высокотехнологичны, содержат большой исследовательский блок, но готовят инженеров. Академическая магистратура существует как модель, но не является востребованной на академическом рынке труда ввиду особенностей функцио-

нирования последнего. ... Наиболее активно работающая и перспективная модель сегодня – это прикладная и интегрированная магистратура» [9, с. 43].

Сегодня, с развитием индустрии нанотехнологий, необходимость фундаментальной подготовки инженеров становится еще более очевидной. Наряду с глубокой фундаментальной подготовкой основополагающим принципом в технических университетах является «обучение на основе науки». Это означает, что преподаватели и студенты профилирующих кафедр обязаны вести научные исследования, чтобы быть подготовленными на самом высоком и современном уровне в области своих профессиональных знаний [10].

Исследование инженерной магистратуры как практикоориентированной профессиональной деятельности возможно в рамках дискурса «экономического» измерения высшего образования [11–14]. Соответственно, компетенции и навыки, получаемые студентами в ходе образования, должны ориентироваться, главным образом, на рынок, что для магистерского образования означает определенный дизайн магистерских программ, предполагающий вариативную модульность, междисциплинарность, сетевое взаимодействие с вузами-партнерами, научными организациями, бизнес-структурами, открытость для глобального рынка образования [15].

Наряду с традиционно высокой фундаментальной подготовкой, соблюдением принципа «образование на основе науки», связью с промышленностью, методической продуманностью учебного процесса надо отметить и такие проблемы, как слабое практическое знание выпускниками инженерных вузов иностранных языков, недостаточное использование современных информационных технологий и особенно - недостатки в экономической, менеджерской подготовке выпускников. Сейчас технические университеты ведут работу по существенному изменению соответствующих учебных программ и курсов. Сегодня очень важно, чтобы каждый выпускник инженерного вуза владел бы вопросами управления и менеджмента [10].

Для реализации новых моделей инженерного образования, на основе международного опыта и стандартов, очень важен аспект взаимодействия с теми контрагентами, стейкхолдерами, которые заинтересованы в совместной подготовке инженерных кадров.

Где под совместностью понимается прежде всего согласованное определение результатов обучения и участие работодателей в образовательном процессе. Не только в форме кураторства, практики и каких-либо практических работ, но и в прямой образовательной деятельности, проведения отдельных занятий, эксклюзивных лекций по перспективным технологическим решениям, по тем новациям, которые внедряются, либо будут внедрены в производство в ближайшем будущем [16]. Некоторые исследователи отмечают целесообразность учета опыта ведущих международных университетов его тиражировании в отечественной системе подготовки магистров [17]. Противоречия при формировании программ инженерного образования заключаются, прежде всего, в ограниченных возможностях создания образовательных программ различной длительности и направленности, которые позволили бы приблизить структуру высшего образования к многообразию кадровых потребностей реальной экономики и максимальным образом учесть индивидуальные возможности и интересы каждого студента. Поэтому создание магистратуры в инженерном образовании становится задачей первоочередной важности.

В отечественной высшей школе сегодня апробировано два варианта обучения в магистратуре. Первый вариант – это, так называемые «сквозные» шестилетние программы, которые включают четыре года бакалавриата плюс два года магистратуры по единому образовательному направлению. Второй вид инженерной магистратуры представляет собой двухлетнюю программу в отрыве от базового бакалавриата. Эти программы рассчитаны на уже работающих людей, но которым нужно повысить свой уровень выполнения профессиональных задач [18]. Автор также указывает на важность самостоятельной работы магистратов в рамках образовательной программы – она должна быть заполнена определенными видами деятельности либо в лаборатории, либо участием в конкретных проектах, направленных на реализацию инновационных задач. «В инновационно-образовательной среде целевой установкой должна служить результативность проектов, их новизна и инвестиционная привлекательность» [19].

Сегодня магистратура представляет собой совокупность как «наукоемких» образовательных программ, так и образовательных

программ практической направленности, реализация которых означает «штучную» подготовку специалистов с инженерным образованием не только в области технических наук, но и по другим направлениям инженерии [20].

В исследовании, проведенном нами в 2021 году, мы использовали метод полуструктурированного интервью, позволяющий создать наиболее полное первоначальное представление об исследуемом явлении, его максимально разнообразную феноменологическую картину [21]. Многообразие вновь получаемых в результате анализа интервью данных может служить основой для дальнейших исследований с использованием аппарата математической статистики, выступать базой для разработки новых эмпирически обоснованных тестов.

В исследовании приняли участие студенты 1 курса магистратуры очного отделения инженерных специальностей, 68 человек, 38 мужчин и 30 женщин, средний возраст 22,5 года. Метод исследования – глубинное полуструктурированное интервью, охватывающее проблемы мотивов поступления в магистратуру, ожидания студентов от дизайна магистерских программ, представления студентов о требованиях работодателей к бакалаврам и магистрам.

Согласно полученным в процессе исследования данным, студенты в магистратуре в основном продолжают образование по той же специальности, что и на бакалавриате, только 6 человек из опрошенных получают образование по другому направлению подготовки, причем это смежное направление. Основным мотивом поступления в магистратуру – желание углубить знания и приобрести практические навыки трудовой деятельности (21 человек). Почти четверть опрошенных рассматривают бакалавриат как неполное высшее образование, требующее продолжения. Магистратура как ступень образования, позволяющая поступить в аспирантуру и заниматься научной деятельностью, рассматривается незначительным количеством опрошенных (табл. 1).

По сравнению с данными проекта НИУ ВШЭ «Рождение российской магистратуры» результаты исследования студентов инженерной магистратуры заметно отличаются: инженерная магистратура не предполагает смену направления подготовки, не акцентируется такой мотив как самореализация и саморазвития в процессе обучения, менее значимым является мотив карьерного роста [5].

Таблица 1. Результаты исследования мотивов поступления в магистратуру (количество респондентов)
Table 1. Results of the research of motives for entrance exams to master's program (number of respondents)

Мотивы поступления в магистратуру Motives for entrance exams to master's program	Количество ответов Number of respondents
Углубление знаний и навыков /Deepening of knowledge and skills	21
Магистратура – полное высшее образование в отличие от бакалавриата A master's degree is a complete higher education, unlike a bachelor's degree	15
лучшие возможности карьерного роста и более высокая зарплата better career opportunities and higher salary	8
Чтобы избежать призыва в армию /To avoid conscription	6
получить образование по другому направлению подготовки To get an education in a different field of study	6
Чтобы решить проблему трудоустройства /To solve the problem of employment	5
Чтобы затем продолжить обучение в аспирантуре To then continue their studies in graduate school	5
Не хочу работать, хочу продолжать студенческую жизнь I don't want to work, I want to continue my student life	4
Возможность поступить на бюджет /Opportunity to enroll on a budget	3

Результаты интервью показали, что большинство респондентов считают, что уровень бакалавра вполне достаточен для современного инженера (36 человек), но магистратура необходима как формальное условие карьерного роста и увеличения зарплаты. Однако почти треть опрошенных (23 человека) полагают, что знаний, полученных на бакалавриате, недостаточно для того, чтобы работать инженером на высокотехнологичном производстве: «Магистратура даёт более углублённые, практикоприменимые знания и навыки работы по современным стандартам».

На вопрос «Чему, по вашему мнению, магистратура должна учить современного инженера?» большинство респондентов (39 человек) ответило, что она должна, прежде всего, формировать навыки практической деятельности на производстве. Многие респонденты (11 человек) считают, что в магистратуре должны осваивать современные технологии, повышающие конкурентоспособность выпускников. Навыки управленческой деятельности (4 человека) также рассматривают как элемент карьерного роста. Однако ряд респондентов (8 человек) считает, что магистратура должна, прежде всего, способствовать формированию аналитического мышления, умению быстро принимать решения, искать и пользоваться информацией; в основном это те респонденты, которые ориентированы на научно-исследовательскую деятельность. Соответственно, можно говорить о двух потенциальных образовательных треках инженерной магистратуры: магистратура как углу-

бление специальных знаний и формирование практических навыков и магистратура как подготовка к научной и преподавательской деятельности.

Еще одним исследовательским вопросом стало представление магистрантов о разнице в отношении работодателей к выпускникам бакалавриата и магистратуры. Большинство опрошенных (26 человек) утверждают, что работодатели считают бакалавриат неполным высшим образованием, не рассматривают выпускников в качестве полноценных инженеров. Многие отмечают, что работодатели считают, что у магистров выше уровень профессионализма за счёт более глубокого изучения конкретного аспекта специальности (21 человек), а также, что у бакалавров недостаточно сформированы навыки практической деятельности (12 человек). «Работодатели считают, что выпускников бакалавриата придется доучивать за свой счет, теряя время и деньги». При этом большая часть опрошенных (17 человек) полагают, что нет разницы в отношении работодателей к выпускникам бакалавриата и магистратуры, гораздо важнее профессиональные знания, навыки практической деятельности, а также связи и рекомендации. «Главное, не диплом, а то, что ты умеешь».

На основании результатов проведенного исследования можно сделать следующие предварительные выводы.

Инженерная магистратура является частью непрерывного инженерного образования и должна рассматриваться именно в данном контексте, инженерная магистратура не пред-

полагает смену направления подготовки. Выявлены два потенциальных образовательных треках инженерной магистратуры: магистратура как специализация и профессионализация и магистратура как подготовка к научной и преподавательской деятельности.

Магистратура рассматривается студентами как обязательная часть инженерного образования, в реализацию которой вкладывают разные смыслы и ценности, не всегда осознаваемые респондентами.

Метод глубинного полуструктурированного интервью позволил выявить основные проблемы инженерной магистратуры и дальнейшие направления исследования. К ним относится, прежде всего, исследование выпускников магистратуры, сравнение данных с первокурсниками. Это позволит выявить, какие ожидания студентов по отношению

к обучению в магистратуре оправдались, а также как изменилось отношение студентов к данной ступени образования. Интерес представляет и сравнительное исследование студентов бюджетной и внебюджетной форм обучения, которое позволит выявить мотивы обучения студентов, имеющих стаж трудовой деятельности. Еще одним важным направлением исследования может стать изучение представлений преподавателей магистратуры об особенностях и мотивах магистрантов, а также мнений работодателей о выпускниках бакалавриата и магистратуры, что позволит рассмотреть проблему инженерной магистратуры с разных сторон.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/36

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шмарин Н.В., Карелина А.А. Инженерное образование в России: подготовка кадров, состояние и перспективы // Решетневские чтения. – 2018. – Т. 2. – С. 593–594.
2. Трансформация высшего образования: кейсы российской магистратуры: коллективная монография / Институт образования НИУ ВШЭ; отв. ред. Гармонова А.В., Савелёнок Е.А. – М.: МАКС Пресс, 2020. – 244 с.
3. Горбунова Е.М. Основные результаты мониторинга участия России в Болонском процессе // Вестник международных организаций. – 2008. – № 2. – С. 9–26.
4. Нарбут Н.П., Пузанова Н.В., Ларина Т.И. Жизнь студента в европейском измерении // Социологические исследования. – 2017. – № 5. – С. 47–50.
5. Образовательные стратегии и профессиональные ориентиры современных российских магистрантов / А.В. Гармонова, Д.В. Шеглова; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. – М.: НИУ ВШЭ, 2020. 215 с.
6. Focus on the Structure of Higher Education in Europe 2006/07 National Trends in the Bologna Process. Eurydice, 2007. URL: http://figosvo.ru/support/downloads/1035/?f=upload%20files/bolonsk/FOTS_R.doc (дата обращения: 11.02.2021).
7. Вишневский Ю.Р., Боронина Л.Н., Банникова Л.Н. Инженерное образование и воспроизводство инженерных кадров: практика и актуальные проблемы // Инженерное образование. – 2017. – № 21. – С. 18–24.
8. Шапошникова Т.Л., Тучина О.Р., Бурлаченко Л.С. Исследование динамики самопонимания личностью профессиональной идентичности (на материале исследования молодых инженеров и студентов инженерных специальностей) // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 77–90.
9. Доказательная магистратура: результаты и перспективы / под.ред. А.В. Гармонова, Д.В. Шеглова. – М.: МАКС Пресс, 2021. – 228 с.
10. Демихов К.Е. Инженерное образование: состояние, проблемы, перспективы. URL: <https://cyberleninka.m/artide/v/inzhenemoe-obrazovanie-sosto-yanie-problemy-perspektivy-1> (дата обращения: 10.09.2018).
11. Marginson S. Space, mobility, and synchrony in the age of the knowledge economy // Global Creation: Space, Mobility, and Synchrony in the Age of the Knowledge Economy. – New York: Peter Lang, 2010. – P. 117–149.
12. Schrecker E. The Lost Soul of Higher Education: Corporatization, the Assault on Academic Freedom, and the End of the American University. – New York: New Press, 2010. – 215 p.
13. Meek L. Market Coordination, Research Management, and the Future of Higher Education in the PostIndustrial Era. UNESCO Forum Regional Scientific Committee for Asia and the Pacific. – Paris: UNESCO, 2003. – 217 p.
14. Brown R. The marketisation of higher education: Issues and ironies // New Vistas. – 2015. – № 1(1). – pp. 4–6.
15. Kans M.Å. Gustafsson Internal stakeholders' views on interdisciplinarity: An empirical study within an interdisciplinary master's program // Cogent Education. – 2020. – № 71. – pp. 12–17.

16. Ребрин О.И., Шолина И.И. Инженерная магистратура // Сетевое партнерство в науке, промышленности и образовании. Труды Международной мультikonференции. – СПб.: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 2016. – С. 17–20.
17. Галиновский А.А., Хапаева С.С. Вопросы и задачи развития магистратуры в инженерных вузах // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. – 2015. – № 2. – С. 108–115.
18. Сычева Т.М. Место магистратуры в современном инженерном образовании // Современные проблемы высшего профессионального образования. Материалы научно-методической конференции. – Брянск: Брянская государственная инженерно-технологическая академия, 2014. – С. 26–29.
19. Горшенин А.Ю. Методологические и технологические аспекты инновационной деятельности магистратуры // Научно-методический журнал «Открытое и дистанционное образование». 2013. – № 3 (51). – С. 55–59.
20. Сенашенко В.С., Конькова Е.А., Васильева С.Е. Место магистратуры в современной модели инженерного образования // Высшее образование в России. – 2012. – № 11. – С. 16–22.
21. Трубицына Л.В. Слабоструктурированное интервью как метод качественного исследования в психологии // Теоретическая и экспериментальная психология. – 2019. – Т. 12. – № 3. – С. 72–84.

Дата поступления: 03.05.2021.

UDC 159.9

DOI 10.54835/18102883_2021_29_6

MASTER'S DEGREE IN ENGINEERING: STUDENTS' POINT OF VIEW

Oksana R. Tuchina,

PhD in Psychology, Associate Professor,
Professor, of department of history, philosophy and psychology,
tuchena@yandex.ru

Larisa S. Burlachenko,

lecturer of department of history, philosophy and psychology,
larisa-lulu@yandex.ru

Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya str. Krasnodar, 350072, Russia.

The article presents the problem of engineering master's degree as a special segment of the modern educational system. On the one hand, the modern regulatory and legislative framework of the Russian Federation allows for a flexible approach to the formation and implementation of the main educational programs of the magistracy, admission rules and other issues. But on the other hand, there are certain contradictions in this process, which are discussed in the article. The results of the empirical research of 1st year students of the full-time master's degree in engineering specialties by the method of in-depth semi-structured interview are presented. The study examined the problems of motives for enrolling in a master's program, students' expectations from the design of master's programs, students' ideas about the requirements of employers for bachelor's and master's degrees. The results of the study allow us to assert that the engineering master's degree is a part of continuous engineering education and should be considered in this context, the engineering master's program does not imply a change in the direction of training.

Keywords: engineering education; magistracy; motives of learning; student expectations; method of in-depth semi-structured interview.

REFERENCES

1. Shmarin N.V., Karelina A.A. Inzhenernoye obrazovaniye v Rossii: podgotovka kadrov, sostoyaniye i perspektivy [Engineering education in Russia: training, state and prospects]. *Reshetnevskiy chteniya*. 2018, no. 2. pp. 593–594.
2. *Transformatsiya vysshego obrazovaniya: keysy rossiyskoy magistratury* [Transformation of Higher Education: Cases of Russian Master's Degree: Collective Monograph]. By eds. Garmonova A.V., Savelonok E.A. Moscow, MAKS Press, 2020. 244 p.
3. Gorbunova E.M. Osnovnyye rezultaty monitoringa uchastiya Rossii v Bolonskom protsesse [The main results of monitoring Russia's participation in the Bologna process]. *Vestnik mezhdunarodnykh organizatsiy*. 2008, no. 2. pp. 9–26.
4. Narbut N.P., Puzanova N.V., Larina T.I. Zhizn studenta v yevropeyskom izmerenii [Student life in the European dimension]. *Sotsiologicheskiye issledovaniya*. 2017, no. 5. pp. 47–50.
5. *Obrazovatelnyye strategii i professionalnyye oriyentiry sovremennykh rossiyskikh magistrantov* [Educational strategies and professional guidelines of modern Russian undergraduates]. By eds. A.V. Garmonova, D.V. Shcheglova. Moscow, NIU VShE, 2020. 217 p.
6. *Focus on the Structure of Higher Education in Europe 2006/07 National Trends in the Bologna Process*. Eurydice, 2007. Available at: http://fgosvo.ru/support/downloads/1035/?f=upload%2files/bolonsk/FOTS_R.doc (accessed: 11.02.2021).
7. Vishnevskiy Yu.R., Boronina L.N., Bannikova L.N. Inzhenernoye obrazovaniye i vosproizvodstvo inzhenernykh kadrov: praktika i aktualnyye problem [Engineering education and reproduction of engineering personnel: practice and urgent problems]. *Engineering Education*. 2017, no. 21, pp. 18–24. In Rus.
8. Shaposhnikova T.L., Tuchina O.R., Burlachenko L.S. Issledovaniye dinamiki samoponimaniya lichnostyu professionalnoy identichnosti (na materiale issledovaniya molodykh inzhenerov i studentov inzhenernykh spetsialnostey) [Investigation of the dynamics of self-understanding by a person of professional identity (based on the study of young engineers and students of engineering specialties)]. *Engineering Education*. 2020, no. 27, pp. 77–90. In Rus.
9. *Dokazatel'naya magistratura: rezultaty i perspektivy* [Evidence-based Master's Degree: Results and Prospects]. By eds. A.V. Garmonova, D.V. Shcheglova, Moscow, MAKS Press, 2021. 228 p.

10. Demikhov K.E. *Inzhenernoye obrazovaniye: sostoyaniye, problemy, perspektivy* [Engineering education: state, problems, prospects]. Available at: [https:// cyberleninka.m/article/v/inzhenemoe-obrazovanie-sostoyaniye-problemy-perspektivy-1](https://cyberleninka.m/article/v/inzhenemoe-obrazovanie-sostoyaniye-problemy-perspektivy-1) (accessed: 10.09.2018).
11. Marginson S. Space, mobility, and synchrony in the age of the knowledge economy. *Global Creation: Space, Mobility, and Synchrony in the Age of the Knowledge Economy*. New York, Peter Lang, 2010, pp.117–149.
12. Schrecker E. *The Lost Soul of Higher Education: Corporatization, the Assault on Academic Freedom, and the End of the American University*. New York, New Press, 2010. 215 p.
13. Meek L. *Market Coordination, Research Management, and the Future of Higher Education in the PostIndustrial Era. UNESCO Forum Regional Scientific Committee for Asia and the Pacific*. Paris, UNESCO. 2003. 217 p.
14. Brown R. The marketisation of higher education: Issues and ironies. *New Vistas*. 2015, no. 1(1), pp. 4–6.
15. Kans M.Å. Gustafsson Internal stakeholders' views on interdisciplinarity: An empirical study within an interdisciplinary master's program. *Cogent Education*. 2020, no. 71, pp. 12–17.
16. Rebrin O.I., Sholina I.I. Izhenernaya magistratura [Engineering magistracy]. *Setevoye partnerstvo v nauke, promyshlennosti i obrazovanii. Trudy Mezhdunarodnoy mul'tikonferentsii*. SPb., Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2016, pp. 17–20.
17. Galinovskiy A.L., Khapayeva S.S. Voprosy i zadachi razvitiya magistratury v inzhenernykh vuzakh [Questions and objectives of the development of magistracy in engineering universities]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Pedagogika*. 2015, no. 2, pp. 108–115.
18. Sycheva T.M. Mesto magistratury v sovremennom inzhenernom obrazovanii [The place of magistracy in modern engineering education]. *Sovremennyye problemy vysshego professionalnogo obrazovaniya. materialy nauchno-metodicheskoy konferentsii*. Bryansk, Bryansk State Engineering and Technological Academy. 2014, pp. 26–29.
19. Gorshenin A.Yu. Metodologicheskiye i tekhnologicheskiye aspekty innovatsionnoy deyatel'nosti magistratury [Methodological and technological aspects of innovative activity of the magistracy]. *Nauchno-metodicheskiy zhurnal «Otkrytoye i distantsionnoye obrazovaniye»*. 2013, no. 3(51), pp. 55–59.
20. Senashenko V.S., Konkova E.A., Vasilyeva S.E. Mesto magistratury v sovremennoy modeli inzhenernogo obrazovaniya [The place of magistracy in the modern model of engineering education]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2012, no. 11, pp. 16-22.
21. Trubitsyna L.V. Slabostrukturirovannoye interv'yū kak metod kachestvennogo issledovaniya v psikhologii [Semistructured interview as a method of qualitative research in psychology]. *Teoreticheskaya i eksperimental'naya psikhologiya*. 2019, Vol. 12, no 3. pp. 72–84.

Received: 03.05.2021.

УДК 373.62

DOI 10.54835/18102883_2021_29_7

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ОПТИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ОСНОВНОГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

Троян Павел Ефимович,

доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой физической электроники,
tre@tusur.ru

Горошенко Александр Иванович,

младший научный сотрудник лаборатории интегральной оптики и радиофотоники,
аспирант кафедры физической электроники,
ale.gorosh@gmail.com

Жидик Юрий Сергеевич,

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

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

Использование сложного оборудования в современных многоуровневых, разветвленных оптических цифровых системах передачи информации требуют квалифицированного обслуживания. В связи с этим растёт потребность в специалистах по оптическим цифровым системам передачи информации. Рост потребности в высококвалифицированных специалистах ставит задачу по их подготовке начиная с профориентационной работы со школьниками, для которой проведение лабораторных работ по проблемам оптики и радиофотоники расширяют спектр умений и навыков. Залогом успешной подготовки сотрудника к исследовательской деятельности является его систематическое и целенаправленное обучение. Подготовка хорошего специалиста начинается со среднего звена образования, где его обучают математике и физике. Однако курс физики не включает изучение основ оптических систем передачи информации. Целью данной работы является разработка лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для учеников общего звена образования при изучении волоконной оптики в курсе физики и их внедрение в образовательный процесс с целью формирования профессионального интереса. В работе изложен опыт разработки и внедрения в образовательные организации среднего образования лабораторных работ по основам оптических систем передачи информации. Показано, что проведение лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для школьников способствует лучшему усвоению основ оптики в пределах школьного курса физики и даёт представление о профессиональной деятельности в данной сфере. После проведения лабораторных работ зафиксирован рост заинтересованности учащихся к приборам оптики и системам волоконно-оптических линий связи. Установлено, что проведение лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для учащихся средних школ способствует лучшему усвоению основ оптики в школьном курсе физики и пониманию направлений работ в волоконно-оптических линиях связи.

Ключевые слова: оптические системы передачи информации, волоконно-оптические линии связи, лабораторные работы, профессиональное обучение, основное общее образование.

Развитие техники связи на протяжении последних сорока лет обусловлено всевозрастающей потребностью в информационном обмене, и достижениями в системе информационно-коммуникационного обеспечения [1, 2]. Удовлетворить растущие потребности человеческого общества в обмене информации можно при использовании оптических цифровых систем передачи за счёт их более

высокой пропускной способности и помехозащищенности.

Волоконно-оптические линии связи являются на данный момент широко используемым развивающимся способом передачи информации. Они широко используются на магистральных и зональных сетях связи и постоянно масштабируются и реконструируются [3]. В современных многоуровневых, развет-

вленных оптических цифровых системах передачи используется сложное оборудование и компоненты, требующие контроля и квалифицированного обслуживания [4–6]. В связи с возрастающими требованиями контроля и квалифицированного обслуживания, в области телекоммуникаций растёт и потребность в специалистах по оптическим цифровым системам передачи. Рост потребности в высококвалифицированных специалистах ставит перед отраслью задачу по их подготовке начиная с профориентационной работы со школьниками, для которой проведение лабораторных работ по проблемам оптики и радиофотоники расширяют спектр умений и навыков [1, 3–9]. Кроме того, необходимо учитывать, что дальнейшее развитие телекоммуникации идёт в направлении квантовых технологий, и воспринимается миром как научная гонка. В рамках такой гонки необходимы новые кадры, которые будут заняты развитием, в том числе и военной тематики, включая устройства на новых физических принципах, к которым министерство обороны относит и квантовые технологии и фотонику.

Для дальнейшего развития каких-либо технологий, не являются исключением и квантовые технологии, необходимы компетентные сотрудники. Залогом успешной подготовки сотрудника к исследовательской деятельности является его систематическое и целенаправленное обучение. Такая система обучения должна включать формирование у обучающихся познавательных потребностей и интереса к квантовым технологиям. Подготовка хорошего специалиста начинается со школьной скамьи, где его обучают математике и физике. Однако курс физики не включает изучение основ оптических систем передачи информации [10–13].

Существует предположение о том, что если узнать о некоторых физических принципах работы какого-либо устройства ещё в школе, то в дальнейшей деятельности у человека как минимум уже не будет страха перед новыми технологиями. Более того, у некоторых из ребят может сформироваться интерес к целенаправленным исследованиям в интересующей их области. Таким образом, потенциально можно направить устремление разума целого поколения будущих физиков в новое поле неизведанного, и, есть шанс, что они отодвинут эту грань непознанного и продвинулись в этом достаточно далеко. Отсюда возникла мысль о

разработке и проведении для учащихся школ занятий, цель которых заключается в ознакомлении с основными принципами и физикой работы оптических систем связи.

Проведение дополнительных курсов для обучающихся средних школ должно способствовать формированию у школьников представления о передаче информации в волоконно-оптических системах и поспособствует развитию познавательных способностей в области квантовых технологий. Это может стать первым шагом в подготовке заинтересованных школьников к реализации таких интересов в области фотоники [14].

Целью данной работы является разработка лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для учеников общего звена образования при изучении волоконной оптики в курсе физики и их внедрение в образовательный процесс с целью формирования у учащихся профессионального интереса.

Опволоконные линии передачи информации

Возникновение опволоконных линий передачи информации можно отнести к 1966 году, когда исследователи Чарльз К. Као и Джордж Хокхэм из STC Laboratory (г. Харлоу, Англия) представили оптические нити из обычного стекла, которые имели высокое затухание (1000 дБ/км) из-за примесей, которые в них содержались и которые, в принципе, можно было удалить [15]. Усилия ученых после этого были направлены на улучшение характеристик оптических волокон, и в 1972 году было создано волокно с коэффициентом затухания менее 4 дБ/км.

В 1976 году компания Bell System установила на своих предприятиях в Атланте и Джорджии волоконно-оптическую телефонную линию с целью проверки ее возможностей [16]. Всего год спустя, в районе Чикаго, было проведено коммерческое испытание этой технологии в реальных условиях, где система продемонстрировала выдающиеся результаты. Такая скорая и чрезвычайно успешная демонстрация возможностей волоконной оптики при работе со светодиодами обеспечила быстрое развитие отрасли до нынешнего состояния.

Современные оптические системы передачи включают в себя результаты исследований по трем областям техники: оптика, лазерная техника и электроника. Простейшая система

волоконно-оптической связи состоит из оптического волокна, передатчика и приемника. Области применения оптических систем затрагивают связь, освещение, автомобильный транспорт, авиацию, медицину, чувствительные датчики и т. д.

В волоконно-оптических системах связи используется много различных активных и пассивных элементов для передачи, усиления и приема оптических сигналов: оптические передатчики, усилители и приемники. Пассивные элементы - соединители и светоделительные устройства используются для ввода или разделения оптических сигналов предназначенных для распространения по каналам передачи - оптическим волокнам [17, 18].

Таким образом весьма важным представляется проведение практических и лабораторных практикумов для освоения школьниками и студентами элементов волоконно-оптических систем.

Обзор существующих лабораторных работ по оптическим системам передачи информации

На данный момент выполнение лабораторных работ по оптическим системам передачи информации по большей части предусмотрено для студентов высших учебных заведений.

В учебном пособии «Физические основы оптоинформатики» Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Физические основы оптоинформатики», необходимые для подготовки по всем разделам данной дисциплины [19]. Даны материалы лекционного курса, а также описания лабораторных работ с кратким изложением теоретических основ изучаемых процессов и явлений.

Пособие содержит четыре лабораторные работы:

1. «Исследование основных параметров полупроводникового лазера».
2. «Волоконно-оптический световод как среда передачи информации».
3. «Дифракция монохроматического излучения на пропускающей решетке».
4. «Получение изобразительных голограмм по методу Ю.Н. Денисюка».

В каждой лабораторной работе присутствует: цель, объект исследования, решаемые в работе задачи, введение, схема установки,

порядок выполнения измерений, обработка результатов измерений, литература и вопросы к лабораторной работе.

Вторым примером реализации лабораторных работ по оптическим системам могут выступать методические указания по выполнению лабораторных работ в Самарском государственном аэрокосмическом университете и предназначены для студентов 4 курса [20].

Методические указания включают в себя четыре лабораторные работы, связанные с изучением принципов построения и экспериментальными исследованиями аппаратуры для измерения параметров волоконно-оптических устройств различного назначения:

1. «Измерение параметров оптических сигналов и ВОЛС с помощью оптического тестера «Электроника ОТ-6»».
2. «Исследование волоконно-оптического цифрового преобразователя угла».
3. «Исследование энергетических и метрологических характеристик волоконно-оптического цифро-аналогового преобразователя».
4. «Исследование волоконно-оптического канала передачи с прямой модуляцией».

В каждой лабораторной работе имеется: цель, общая характеристика устройства, методика подготовки к работе, методика проведения измерений, экспериментальная часть, контрольные вопросы, требования к отчету и список литературы.

Как видно из рассмотрения приведенных примеров, лабораторные работы для студентов отличаются четкой структурированностью, целенаправленностью, ориентированностью на практическую значимость для получения компетенций в области направления по которому обучается студент. В каждой лабораторной работе присутствует стандартный набор: цель, теоретическая основа, порядок выполнения и содержание отчета (как и на радиофизическом факультете). Так же важно отметить, что лабораторные работы для студентов рассчитаны на знание курсов физики, математики, в некоторых случаях программирования.

В отличие от студенческих лабораторных работ лабораторные работы учащихся средних школ должны строиться на пройденной программе по курсу общей физики. Учащиеся должны научиться самостоятельно проводить предусмотренные лабораторные экспе-

рименты, правильно определять погрешности и производить необходимую числовую обработку результатов.

Требования к структуре, порядку подготовки и выполнения, оформлению, оцениванию лабораторных работ для школьников может быть следующим.

Выполнению лабораторной работы должна предшествовать домашняя теоретическая подготовка, в ходе которой учащимся следует внимательно ознакомиться с описанием к лабораторной работе.

Теоретическая подготовка необходима для понимания сущности физического эксперимента и должна проводиться учениками в порядке самостоятельной работы. Ее следует начинать с внимательного разбора руководства к лабораторной работе. Особое внимание в ходе теоретической подготовки должно быть обращено на понимание физической сущности процесса. Для самоконтроля в описании к каждой работе рекомендуется приводить контрольные вопросы, на которые обучающийся обязан дать ответы.

Приступая к лабораторным работам, необходимо получить у лаборанта приборы, требуемые для выполнения работы. После этого разобраться в назначении приборов и принадлежностей в соответствии с их техническими данными. Пользуясь схемой или рисунками, имеющимися в пособии, разместить приборы так, чтобы удобно было производить отсчеты, а затем собрать лабораторную установку.

При выполнении лабораторных работ измерение физических величин необходимо проводить в строгой, заранее предусмотренной в задании последовательности. Особо следует обратить внимание на точность и своевременность отсчетов при измерении физических величин.

При сравнении примеров лабораторных работ для школьников и для студентов, можно отметить, что и те, и другие отличаются структурированностью и целенаправленностью. Однако если работы для студентов ориентированы на формирование соответствующих компетенций по направлению подготовки по которому обучается студент, то лабораторные работы для школьников направлены на понимание физических основ рассматриваемых явлений.

Теоретическая подготовка школьника по разделу оптика занимает не более двух уро-

ков, в то время как подготовка студента предусматривает проведение лекций и семинаров, а также самостоятельного изучения научной литературы.

Из обзора существующих лабораторных работ можно прийти к выводу о том, что в случае желания провести лабораторные работы по оптическим системам передачи информации школьникам, эти лабораторные работы следует упростить, а из теоретической подготовки убрать сложные математические вычисления. Следует иметь в виду, что при разработке работ, что мы не ставим цели обучать школьников проектированию или монтажу оптических систем передачи информации. Цель работы – показать школьникам основные возможности и структуру волоконно-оптических систем, а также области их применения.

Разработка лабораторных работ по оптическим системам передачи информации

Разработка лабораторных работ по оптическим системам передачи информации состояла из блока теоретических и практических работ. Теоретические разделы имеют следующие названия: «Начальные сведения о волоконной оптике», «Области применения оптических волокон», «Физические свойства и пути распространения света в оптическом волокне», «Передающие устройства для оптических систем передачи информации» и «Приёмные устройства для волоконно-оптических систем» и «Усилители оптического сигнала и сеть оптической связи».

Для проведения практической части лабораторных работ со школьниками использовался комплект KL-900D, разработанный Тайваньской фирмой K&H для проведения практических занятий по системам волоконно-оптической связи [21]. Экспериментальный модуль KL-900D представляет собой автономное оборудование, предназначенное для изучения основ оптических систем связи (рис. 1).

Модуль состоит из двух групп цепей: аналоговой и цифровой. В аналоговую цепь входят: микрофонный усилитель, кнопочный переключатель, оптический приёмник и передатчик, генератор сигналов и аудиоусилитель. В цифровую цепь входят: микроконтроллер, клавишный пульт и интерфейс с жидкокристаллическим дисплеем.



Рис. 1. Внешний вид (слева) и комплектность (справа) экспериментальной установки для выполнения лабораторных работ

Fig. 1. External view (left) and completeness (right) of the experimental setup for laboratory work.

В рамках данной работы были созданы четыре лабораторные работы по оптическим системам передачи информации для школьников 8 классов.

Лабораторная работа № 1 **«Передача акустического сигнала по оптическому кабелю»**

Цель работы: передать акустический сигнал через волоконно-оптический кабель посредством света от модуля А к модулю Б.

Содержание работы. Необходимо согласно заданию собрать волоконно-оптическую систему передачи информации. В этом эксперименте собранная система будет осуществлять передачу акустического сигнала через волоконно-оптический кабель посредством света и преобразовывать световые волны в акустические. Модуль А в данном опыте играет роль передатчика, модуль Б – роль приемника.

Лабораторная работа № 2 **«Передача сообщения азбукой Морзе»**

Цель работы: передать сообщения азбукой Морзе через волоконно-оптический кабель посредством света от модуля А к модулю Б.

Содержание работы. В данном эксперименте происходит знакомство с процессом преобразования букв и слов в коды азбуки Морзе и передача их по волоконно-оптической линии почти так же, как они передавались первыми электрическими телеграфами. Во второй части эксперимента происходит ознакомление с обратным процессом – расшифровкой и обработкой сигналов кода азбуки Морзе.

Лабораторная работа № 3 **«Опознавание переданного сигнала»**

Цель работы: провести распознавание переданного по волоконно-оптическому кабелю сигнала.

Содержание работы. В данной лабораторной работе происходит знакомство с методами подтверждения принимающей стороной переданного оптического сигнала. Одним из методов, разработанных для подтверждения получения информации, является отражение той же информации обратно отправителю и сравнение содержания отосланной и возвращенной информации. Процедура подтверждения получения информации на техническом сленге называется «handshaking» (опознавание).

Лабораторная работа № 4 **«Усилители оптического сигнала»**

Цель работы: произвести усиление сигнала, идущего от модуля А к модулю Б и отправить его обратно на модуль А.

Содержание работы. Волоконно-оптическая сеть AT&T имеет передающую станцию, ряд усиливающих станций и приемную станцию. В данном эксперименте Модуль А является передающей станцией. В сети AT&T передающая станция выполняет функции телефона, локальной электрической сети и передатчика для волоконно-оптической линии. Модуль Б будет служить промежуточным усилителем волоконно-оптической линии. Приемный канал модуля Б будет преобразовывать оптический сигнал в электрический, усиливать его и преобразовывать снова в оптический сигнал

для последующей передачи по волоконно-оптическому кабелю. При использовании телефонной сети выходной оптический сигнал с модуля Б должен поступать либо на следующий промежуточный усилитель, либо в точку приема. Точкой приема является приемник волоконно-оптической линии.

Таким образом разработанные лабораторные работы дают школьникам представления о возможности передачи по оптическому волокну звукового сигнала, текстового сообщения и сообщения «SOS» азбукой Морзе, усиление переданного по волоконно-оптическому кабелю сигнала и его опознавание.

Оценка результативности проведения лабораторных работ по оптическим системам передачи информации

Проведение разработанных лабораторных работ по оптическим системам передачи информации реализовывалось в МБОУ «Академический лицей им Г.А. Псахье г. Томска».

Перед началом лабораторных работ проводилась оценка осведомленности учащихся 7–11 классов о существовании оптических систем передачи информации. О том, на каком явлении основано прохождение света по оптическому волокну и заинтересованности учащихся в проведении им лабораторных

Таблица 1. Результаты оценки осведомленности учащихся о существовании оптических систем передачи информации

Table 1. Results of assessing students' awareness of the existence of optical information transmission systems

Опрашиваемый класс Polled class		Слышали ли вы ранее об оптических системах передачи информации, оптоволокне? Have you heard before about optical data transmission systems, optical fiber?	Благодаря какому физическому явлению свет проходит через оптическое волокно? What is the physical phenomenon that causes light to travel through an optical fiber?				Хотели бы вы выполнить лабораторные работы по данной тематике? Would you like to perform laboratory work on this topic?			
			Количество опрошенных Number of respondents	Да/Yes	Нет/Not	Не знаю Do not know	Отражение от зеркальной поверхности Reflection from a mirror surface	Явление полного отражения The phenomenon of total reflection	Нет/Not	Да, на кружке Yes, on a mug
7	α	21	0	21	13	5	3	15	5	1
	β	23	2	21	19	2	2	21	2	0
	γ	21	3	18	18	1	2	10	3	8
	δ	20	2	18	18	1	1	16	0	4
8	α	19	2	17	17	2	0	12	7	0
	β	21	5	16	10	8	3	16	5	0
	γ	24	3	21	21	2	1	3	12	9
	δ	17	0	17	14	3	0	15	0	2
9	α	20	0	20	14	4	2	18	2	0
	β	22	6	16	18	1	3	16	5	1
	γ	16	9	7	16	0	0	15	1	0
	δ	19	2	17	17	0	2	19	0	0
10	α	18	4	14	14	3	1	17	1	0
	β	17	4	13	11	2	4	3	6	8
	γ	21	8	13	13	5	3	13	5	3
11	α	15	5	10	10	3	2	15	0	0
	β	13	10	3	3	3	7	2	7	4
	γ	23	12	11	11	3	9	12	3	8
	δ	11	6	5	5	4	2	5	4	2
Итого Total	361	83	278	262	52	47	243	68	50	
Итого, % Total, %	100	23	77	73	14	13	67	19	14	

работ по этой теме. Оценка осведомлённости проводилась в форме тестового опроса 361 учащегося 7–11 классов Академического лицея. Результаты проведенных опросов представлены в табл. 1.

Для оценки результативности проведения лабораторных работ были отобраны две группы из учащихся 8 классов. У первой (контрольной) группы, набранной на базе 8б класса, ведутся лишь занятия, предусмотренные школьной учебной программой, а у второй (экспериментальной) группы, набранной на базе 8γ класса, в виде дополнительных занятий были проведены разработанные лабора-

торные работы. При этом оба класса обучаются по одинаковым программам курса физики у одного и того же учителя.

После проведения лабораторных работ 8γ классу всем ученикам 7–11 классов было повторно предложено пройти контрольное тестирование. Оно показало, что все ученики 8γ класса, (кроме 2 учеников пропустивших занятия по болезни), правильно отвечают на вопрос, касающийся знания на каком явлении основано прохождение света по оптическому волокну (табл. 2).

Кроме того, можно отметить общий рост заинтересованности в проведении лабора-

Таблица 2. Результаты повторной оценки осведомленности учащихся о существовании оптических систем передачи информации

Table 2. Results of re-assessment of students' awareness of the existence of optical information transmission systems

Опрашиваемый класс Polled class		Слышали ли вы ранее об оптических системах передачи информации, оптоволокне? Have you heard before about optical data transmission systems, optical fiber?	Благодаря какому физическому явлению свет проходит через оптическое волокно? What is the physical phenomenon that causes light to travel through an optical fiber?				Хотели бы вы выполнить лабораторные работы по данной тематике? Would you like to perform laboratory work on this topic?			
		Количество опрошенных / Number of respondents	Да/Yes	Нет/ot	Не знаю Do not now	Отражение от зеркальной поверхности Reflection from a mirror surface	Явление полного отражения The phenomenon of total reflection	Нет/Not	Да, на кружке Yes, on a mug	Да, на роках Yes, in the classroom
7	α	20	0	20	12	5	3	14	5	1
	β	23	2	21	19	2	2	19	4	0
	γ	22	3	19	19	1	2	11	3	8
	δ	21	2	19	19	1	1	15	2	4
8	α	17	4	13	13	2	2	10	7	0
	β	19	7	12	8	8	3	13	6	0
	γ	23	22	1	1	1	21	1	10	12
	δ	18	3	15	15	1	2	12	4	2
9	α	19	0	19	13	4	2	17	2	0
	β	21	6	15	17	1	3	15	5	1
	γ	17	9	8	17	0	0	11	6	0
	δ	20	2	18	18	0	2	18	2	0
10	α	18	4	14	14	3	1	16	2	0
	β	17	4	13	11	2	4	0	12	5
	γ	19	8	11	11	5	3	10	5	4
11	α	16	5	11	11	3	2	16	0	0
	β	14	10	4	4	3	7	2	9	3
	γ	23	12	11	11	3	9	14	3	6
	δ	12	6	6	6	4	2	11	0	1
Итого Total	359	109	250	239	49	71	225	87	47	
Итого, % Total, %	100	30	70	67	14	20	63	24	13	

торных работ среди всех учеников 7–11 классов, а также и рост их осведомлённости.

Чтобы оценить какие знания и компетенции сформируются у школьников, с которыми были проведены дополнительные занятия, и чем они отличаются от контрольной группы, были составлены контрольные тесты. Тест составлен таким образом, что 10 вопросов из 15 относятся исключительно к школьному курсу физики, а 5 исключительно к дополнительным знаниям и навыкам, которые можно было получить на лабораторных работах.

Результаты тестирования следующие (табл. 3).

8γ класс прошёл тестирование в количестве 23 человек. Максимальное количество в 15 баллов набрали 7 человек, 14 баллов – 11 человек, 13 баллов – 2, 12 баллов – 0 человек, 11 баллов – три человека.

8δ класс прошёл тестирование в количестве 21 человека. Максимального количества баллов никто не набрал, по 1 человеку набрали 14 баллов и 13 баллов, 10 баллов набрали двое учащихся, 9 баллов – 8 человек, 8 баллов – пятеро, 7 баллов – трое, 5 баллов – один человек.

Такие результаты показывают, что класс, которому были проведены дополнительные лабораторные работы по оптическим систе-

мам передачи информации, лучше справился с вопросами, касающимися школьного курса физики, и ответил на дополнительные пять вопросов.

После проведения лабораторных работ по оптическим цифровым системам передачи информации учащихся попросили рассказать, что было интересно, что они смогли понять и запомнить. Ниже приведены высказывания некоторых учащихся.

«Меня удивило, что по проводу может идти не только электричество, но и свет, правда и провод этот не металлический, а специальный – оптоволокно». (Данил)

«Было интересно узнать, что физика нужна не только «физикам», но и тем же врачам, например, работа эндоскопа основана на явлении полного отражения. Есть над чем задуматься». (Дарья)

«Теория была скучной, но понравилось передавать сигнал по оптическому волокну, светом! Здорово, что оптические системы позволяют нам получить быстрый интернет и кабельное ТВ, чтобы смотреть всё в высоком качестве». (Полина)

«Я знал, что свет преломляется, например, в ванной мы видим под водой искажённую картинку, но удивило, что под критическим

Таблица 3. Сравнение результатов тестирования контрольной и экспериментальной групп

Table 3. Comparison of the test results of the control and experimental groups

8 γ класс / 8 th γ grade			8 δ класс / 8 th δ grade		
Всего тестируемых: 23 человека Total test subjects: 23 people			Всего тестируемых: 21 человек Total test takers: 21 people		
Баллы Points	Набравшие, чел. Collected, people	Набравшие, % Collected, %	Баллы Points	Набравшие, чел. Collected, people	Набравшие, % Collected, %
15	7	30	15	0	0
14	11	48	14	1	5
13	2	9	13	1	5
12	0	0	12	0	0
11	3	13	11	0	0
10	0	0	10	2	10
9	0	0	9	8	37
8	0	0	8	5	24
7	0	0	7	3	14
6	0	0	6	0	0
5	0	0	5	1	5
4	0	0	4	0	0
3	0	0	3	0	0
2	0	0	2	0	0
1	0	0	1	0	0
0	0	0	0	0	0

углом он идёт по границе преломления, а под большим вообще отражается без всяких зеркал. Хорошо, что люди научились использовать это в своих интересах». (Илья)

«Думаю, это очень интересная тема и если как следует разобраться во всех этих усилителях, лазерах, датчиках и остальном, то можно стать востребованным инженером, задумаюсь над этим» (Валерия).

Стоит отметить, что проведение лабораторных работ школьником показало, что учащиеся восьмых классов могут понять основные принципы распространения света в оптическом волокне (явление полного отражения).

Заключение

В ходе выполнения данной работы была переработана и представлена в доступном для школьников виде краткая теория по оптическим системам передачи информации. Проведен обзор существующих лабораторных работ для школьников и для студентов. На основе полученных аналитических исследований были разработаны лабораторные работы по оптическим системам передачи информации для школьников в доступном для них виде.

Разработанные лабораторные работы были внедрены в образовательный процесс для учащихся 8 класса. Проведение лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для школьников способствует лучшему усвоению основ оптики в школьном курсе физики и даёт представление о работе в данной сфере. По результатам выполнения лабораторных работ некоторые учащиеся заинтересовались их тематикой и задумались об учёбе по направлению связанному с фотоникой. Также отмечен общий рост заинтересованности в проведении лабораторных работ среди остальных учеников 7–11 классов.

Таким образом, проведение лабораторных работ по оптическим системам передачи информации для школьников способствует лучшему усвоению основ оптики в школьном курсе физики и решает проблему ранней профориентации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках соглашения №075-03-2020-237/1 от 05 марта 2020г. (внутренний номер проекта FEWM-2020-0040), а также в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокин В.Г. Оптические системы передачи и транспортные сети. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 269 с.
2. Stepanenko M., Yunusov I., Arykov V., Troyan P., Zhidik Y. Multi-Parameter Optimization of InP Electro-Optic Modulator // Symmetry. – 2020. – Vol. 12(11). – P. 1–18.
3. Гурлев И.В. Развитие волоконно-оптических линий связи как средства управления и обеспечения национальной безопасности // Вестник Евразийской науки. – 2018. – Том 10. – № 4. – С. 1–8.
4. Жирар А. Руководство по технологии и тестированию систем WDM. – М.: EXFO, 2001.
5. Mitchel P., Longone R., Janssen A., Garrett B., Luo J.K. Le Evaluation of an InP Mach-Zehnder modulator for high speed optical network system architectures and emerging photonically integrated optical modules // Journal of Optoelectronics and Advanced Materials. – 2010. – № 12. – P. 965–974.
6. Klein H. Integrated InP Mach-Zehnder Modulators for 100 Gbit/s Ethernet Applications Using QPSK Modulation. – Berlin: Berlin Institute of Technology, 2010. DOI:10.14279/depositonce-2598. URL: https://www.researchgate.net/publication/47512180_Integrated_InP_Mach-Zehnder_Modulators_for_100_Gbits_Ethernet_Applications_using_QPSK_Modulation (дата обращения: 20.03.2021).
7. Денчук Д.С. Анализ компетенций инженерного изобретательства в практике российского и международного высшего профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22878176> (дата обращения: 20.03.2021).
8. Трешев А.М., Сергеева О.А. Всемирная инициатива CDIO как контекст профессионального образования // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17883064> (дата обращения: 20.03.2021).
9. Чучалин А.И., Петровская Т.С., Кулюкина Е.С. Всемирная Инициатива CDIO. Планируемые результаты обучения (CDIOSyllabus): информационно-методическое издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 22 с.
10. Пономарев А.Н. Рабочая программа учебного предмета Физика. Уровень основного общего образования 7–9 классы. URL: https://acllic.ru/docs/info/edu/programs/alc_work_program_common_physics_07-09_2019.pdf (дата обращения: 20.03.2021).

11. Методические рекомендации для учителей физики по совершенствованию организации и методики преподавания учебного предмета «Физика» в общеобразовательных организациях Курской области в 2021–2022 учебном году. URL: http://new.kiro46.ru/images/doc/MR_fizika.pdf (дата обращения 20.03.2021).
12. Методические рекомендации для образовательных организаций Краснодарского края о преподавании физики в 2020–2021 учебном году. URL: http://iro23.ru/sites/default/files/15._metod._rekom._po_fizike_2020-2021_0.pdf (дата обращения 20.03.2021).
13. Методические рекомендации по преподаванию предметов учебных планов среднего общего образования в общеобразовательных организациях Псковской области в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего общего образования в 2020/2021 учебном году. URL: http://poipkro.pskovedu.ru/wp-content/ploads/2020/08/%D0%B2%D1%81%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0.pdf (дата обращения 20.03.2021).
14. Кулагина И.В. Развитие познавательных способностей школьников как способ активизации их учения // Наука и школа. – 2010. – № 2. – С. 57–59.
15. Jones M.W., Kao K.C. Spectrophotometric studies of ultra low loss optical glasses II: double-beam method // J. Sci. Instruments series. – 1969. – № 2(2). – С. 331–335.
16. История AT&T. URL: <https://www.osp.ru/cw/2004/01/72134> (дата обращения: 20.03.2021).
17. Сорокин К.В., Мурашов В.В. Мировые тенденции развития распределенных системно-оптических сенсорных систем (обзор) // Авиационные материалы и технологии. – 2015. – № 3. – С. 90–94.
18. Гармаш В.Б. Возможности, задачи и перспективы волоконно-оптических измерительных систем в современном приборостроении // Спецвыпуск «Фотон-Экспресс». – 2005. – № 6. – С. 128–140.
19. Листвин А.В., Листвин В.Н., Швырков В.Н. Оптические волокна для линий связи. – М.: Лесарарт, 2003. – 208 с.
20. Физические основы современных линий передачи сигналов. URL: <http://pereplet.ru/> (дата обращения 20.03.2021).
21. KL-900D Fiber Optic Transmission Training System. URL: <https://www.kandh.com.tw/kl-900d-fiber-optic-transmission-training-system-kl-900d.html> (дата обращения 20.03.2021).

Дата поступления: 10.04.2021.

UDC 373.62

DOI 10.54835/18102883_2021_29_7

DEVELOPMENT OF LABORATORY WORKS ON OPTICAL INFORMATION TRANSMISSION SYSTEMS FOR STUDENTS OF BASIC GENERAL EDUCATION AND THEIR IMPLEMENTATION IN THE EDUCATIONAL PROCESS

Pavel E. Troyan,

Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Physical Electronics, tpe@tusus.ru

Alexander I. Goroshchenko,

Junior Researcher, Laboratory of Integrated Optics and Radiophotonics,

Postgraduate Student, Department of Physical Electronics,

ale.gorosh@gmail.com

Yuri S. Zhidik,

Cand. Sc., Leading Researcher of the Laboratory of Integrated Optics and

Radiophotonics, Associate Professor of the Department of Physical Electronics,

iurii.s.zhidik@tusus.ru

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

The use of sophisticated equipment in modern multi-level, branched optical digital information transmission systems requires qualified service. In this regard, there is a growing need for specialists in optical digital information transmission systems. The growing need for highly qualified specialists sets the task of their training, starting with vocational guidance work with schoolchildren, for which laboratory work on the problems of optics and radio photonics expands the range of skills and abilities. The key to the successful preparation of an employee for research activities is his systematic and purposeful training. The preparation of a good specialist begins with the middle level of education, where he is taught mathematics and physics. However, the physics course does not include the study of the basics of optical information transmission systems. The purpose of this work is to develop laboratory work on optical information transmission systems for general education students in the study of fiber optics in a physics course and their introduction into the educational process in order to form professional interest. The paper describes the experience of development and implementation in educational institutions of secondary education of laboratory work on the basics of optical information transmission systems. It is shown that laboratory work on optical information transmission systems for schoolchildren contributes to a better mastery of the basics of optics within the school physics course and gives an idea of professional activity in this area. After the laboratory work, an increase in students' interest in optical devices and systems of fiber-optic communication lines was recorded. It has been established that laboratory work on optical information transmission systems for secondary school students contributes to a better mastery of the basics of optics in a school physics course and an understanding of the directions of work in fiber-optic communication lines.

Key words: optical information transmission systems, fiber-optic communication lines, laboratory work, vocational training, basic general education.

REFERENCES

1. Fokin V.G. *Opticheskiye sistemy peredachi i transportnyye seti* [Optical transmission systems and transport networks]. Moscow, Eco-Trends Publ., 2008. 269 p.
2. Stepanenko M., Yunusov I., Arykov V., Troyan P., Zhidik Y. Multi-Parameter Optimization of InP Electro-Optic Modulator. *Symmetry*. 2020, Vol. 12 (11), pp. 1–18.
3. Gurlev I.V. Razvitiye volokonno-opticheskikh liniy svyazi kak sredstva upravleniya i obespecheniya natsionalnoy bezopasnosti [Development of fiber-optic communication lines as a means of management and ensuring national security]. *Vestnik Evraziyskoy nauki*. 2018, Vol. 10, no. 4, pp. 1–8.
4. Girard A. *Rukovodstvo po tekhnologii i testirovaniyu sistem WDM* [Guidelines for technology and testing of WDM systems]. Moscow, EXFO, 2001.
5. Mitchel P., Longone R., Janssen A., Garrett B., Luo J.K. Le Evaluation of an InP Mach-Zehnder modulator for high speed optical network system architectures and emerging photonically integrated optical modules. *Journal of Optoelectronics and Advanced Materials*. 2010, no. 12, pp. 965–974.
6. Klein H. *Integrated InP Mach-Zehnder Modulators for 100 Gbit/s Ethernet Applications Using QPSK Modulation*. Berlin, Berlin Institute of Technology, 2010. DOI:10.14279/depositonce-2598. Available at: https://www.researchgate.net/publication/47512180_Integrated_InP_Mach-Zehnder_Modulators_for_100_Gbits_Ethernet_Applications_using_QPSK_Modulation (accessed: 20.03.2021).

7. Denchuk D.S. Analiz kompetentsiy inzhenernogo izobretatelstva v praktike rossiyskogo i mezhdunarodnogo vysshego professionalnogo obrazovaniya [Analysis of the competencies of engineering invention in the practice of Russian and international higher professional education]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014, no. 6. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22878176> (accessed: 20.03.2021).
8. Treshchev A.M., Sergeeva O.A. Vsemirnaya initsiativa CDIO kak kontekst professionalnogo obrazovaniya [World CDIO Initiative as the Context of Professional Education]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*. 2012, no. 4. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17883064> (accessed: 20.03.2021).
9. Chuchalin A.I., Petrovskaya T.S., Kulyukina E.S. *Vsemirnaya Initsiativa CDIO. Planiruyemye rezultaty obucheniya (CDIO Syllabus): informatsionno-metodicheskoye izdaniye* [Worldwide CDIO Initiative. Planned Learning Outcomes (CDIO Syllabus): informational and methodological publication]. Tomsk, TPU Publ., 2011. 22 p.
10. Ponomarev A.N. *Rabochaya programma uchebnogo predmeta Fizika. Uroven osnovnogo obshchego obrazovaniya 7–9 klassy* [The work program of the subject Physics. The level of basic general education is 7–9 grades]. Available at: https://aalic.ru/docs/info/edu/programs/alc_work_program_common_physics_07-09_2019.pdf (accessed: 20.03.2021).
11. *Metodicheskiye rekomendatsii dlya uchiteley fiziki po sovershenstvovaniyu organizatsii i metodiki prepodavaniya uchebnogo predmeta «Fizika» v obshcheobrazovatelnykh organizatsiyakh Kurskoy oblasti v 2021–2022 uchebnom godu* [Methodological recommendations for physics teachers to improve the organization and methods of teaching the subject “Physics” in educational institutions of the Kursk region in the 2021–2022 academic year]. Available at: http://new.kiro46.ru/images/doc/MR_fizika.pdf (accessed 20.03.2021).
12. *Metodicheskiye rekomendatsii dlya obrazovatelnykh organizatsiy Krasnodarskogo kraya o prepodavanii fiziki v 2020–2021 uchebnom godu* [Guidelines for educational organizations of the Krasnodar Territory on teaching physics in the 2020–2021 academic year]. Available at: http://iro23.ru/sites/default/files/15._metod._rekom.po_fizike_2020-2021_0.pdf (accessed 20.03.2021).
13. *Metodicheskiye rekomendatsii po prepodavaniiu predmetov uchebnykh planov srednego obshchego obrazovaniya v obshcheobrazovatelnykh organizatsiyakh Pskovskoy oblasti v sootvetstvii s federalnym gosudarstvennym obrazovatelnyim standartom srednego obshchego obrazovaniya v 2020/2021 uchebnom godu* [Guidelines for teaching subjects of curricula of secondary general education in general educational institutions of the Pskov region in accordance with the federal state educational standard of secondary general education in the 2020/2021 academic year.]. Available at: http://poipkro.pskovedu.ru/wp-content/ploads/2020/08/%D0%B2%D1%81%D1%8F_%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0.pdf (accessed 20.03.2021).
14. Kulagina I.V. Razvitiye poznavatelnykh sposobnostey shkolnikov kak sposob aktivizatsii ikh ucheniya [The development of the cognitive abilities of schoolchildren as a way to activate their teaching]. *Nauka i shkola*. 2010, no. 2, pp. 57–59.
15. Jones M.W., Kao K.C. Spectrophotometric studies of ultra low loss optical glasses II: double-beam method. *J. Sci. Instruments series*. 1969, no. 2 (2), pp. 331–335.
16. *Istoriya AT&T* [History of AT&T]. Available at: <https://www.osp.ru/cw/2004/01/72134> (accessed: 20.03.2021).
17. Sorokin K.V., Murashov V.V. Mirovyie tendentsii razvitiya raspredelennykh sistemno-opticheskikh sensorynykh sistem (obzor) [World trends in the development of distributed system-optical sensor systems (review)]. *Aviatsionnyye materialy i tekhnologii*. 2015, no. 3, pp. 90–94.
18. Garmash V.B. Vozmozhnosti, zadachi i perspektivy volokonno-opticheskikh izmeritelnykh sistem v sovremennom priborostroyenii [Opportunities, tasks and prospects of fiber-optic measuring systems in modern instrument making]. *Spetsvypusk «Foton-Ekspres»*. 2005, no. 6, pp. 128–140.
19. Listvin A.V., Listvin V.N., Shvyrkov V.N. *Opticheskiye volokna dlya liniy svyazi* [Optical fibers for communication lines]. Moscow, Lesart, 2003. 208 p.
20. *Fizicheskiye osnovy sovremennykh liniy peredachi signalov* [Physical foundations of modern signal transmission lines]. Available at: <http://pereplet.ru/> (accessed: 20.03.2021).
21. *KL-900D Fiber Optic Transmission Training System*. Available at: <https://www.kandh.com.tw/kl-900d-fiber-optic-transmission-training-system-kl-900d.html> (accessed 20.03.2021).

Received: 10.04.2021.

УДК 377.5

DOI 10.54835/18102883_2021_29_8

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СРЕДНЕМ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Романченко Михаил Константинович,
кандидат технических наук, директор,
rmk2010@mail.ru

Новосибирский колледж пищевой промышленности и переработки,
Россия, 630032, г. Новосибирск, ул. Планировочная, 7/2.

В статье рассматриваются возможности формирования системного проектирования и организации учебной деятельности в образовательных учреждениях профессионального образования, исследуются психолого-педагогические основания системного проектирования, являющиеся необходимостью формирования у педагогических работников понимания сущности системной проектной учебно-методической деятельности, их особенностей, перспектив развития в условиях обновляющейся системы среднего профессионального образования.

Ключевые слова: системный подход, системное проектирование, технология проектирования, образовательный процесс, профессиональное образование.

Современные условия развития экономики требуют от системы среднего профессионального образования (СПО), соответствия уровню, обусловленному необходимостью взаимодействия с двухуровневой системой высшего образования. В настоящее время наблюдается отсутствие эффективно выстроенной системы соответствия федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования (ФГОС СПО) моделям стандартов высшего образования. Сегодня в большинстве случаев наблюдается отсутствие единообразного подхода к механизму реализации профессионального образования способного обеспечить преемственность, доступность и открытость образовательного процесса. Это приводит к возникновению вопроса об эффективном развитии системы СПО и определении приоритетных направлений организации образовательного процесса в колледжах.

Требования, предъявляемые современным рынком труда к специалисту подготовленному образовательным учреждением системы СПО достаточно высокие. Эти требования учитывают необходимый уровень гуманитарной подготовки, являющейся основой при получении будущими специалистами профессиональных основ. А также наличие необходимых профессиональных качеств: обладание абстрактным мышлением, умением работы в информационных системах, способностью к

обучению и переучиванию, навыками командной работы, знанием иностранного языка, готовность к выполнению профессиональных обязанностей.

Необходимость подготовки системой СПО специалиста, соответствующего требованиям, порождает необходимость развития системы профессионального образования, в подготовке специалистов, основанной на развитии системного проектирования.

Неоспоримым является факт того, что развитие среднего профессионального образования должно соответствовать развитию всей системы профессионального образования в России, с учётом мировых тенденций, происходящих в образовании. Это позволяет выделить главные направления деятельности, обеспечивающие такое развитие:

- осуществление многопрофильной подготовки обучающихся, обеспечивающей возможность осуществления различных смежных видов профессиональной деятельности;
- наличие компетентностного подхода к осуществлению образовательного процесса;
- развитие практико-ориентированного направления (в том числе дуального и триального обучения);
- применение современных педагогических технологий (в том числе системной проектной учебно-методической деятельности).

Цель статьи

Выявление и формирование теории системного проектирования. Теории, способствующей формированию у педагогических работников понимания сущности системной проектной учебно-методической деятельности, её особенностей, перспективах развития в условиях обновляющейся системы среднего профессионального образования.

Современной образовательной парадигмой, поддерживаемой современными учеными, в качестве основной направленности образования определена гуманистическая направленность. Глобальной целью образования является формирование развитой личности, и как следствие подготовка условий, необходимых при обеспечении процесса самореализации личности. Это востребовано государством, обществом и человеком.

Исследование во времени целей образования, механизмов формирования, деятельности, развития и оптимизации профессионального образования показывает обширное по разнообразию количество мнений выдвигаемых обществом, партиями, движениями, различными учеными, политиками, философами и педагогическими работниками, даже в России, а тем более в мировом пространстве.

Современная реальность показывает то, что специалисты, прекрасно прогнозирующие развитие ситуаций на период более 10 лет вперед, зачастую не справляются с прогнозированием событий и ситуационных изменений на ближайший месяц. Сегодня общество подвержено неожиданным изменениям. Линейность развития современного отражения мира прерывается. Например, влияние на развитие профессионального образования непредполагаемой пандемии [1]. Рассматривая педагогику можно сделать вывод о том, что в ближайшее время произойдет существенное изменение образа деятельности учреждений входящих в систему профессионального образования. Система подготовки специалиста должна будет уйти от стандартных позиций и секторов экономики. Профессиональное образование современной России опирается на базис построенный экономикой 50–60 годов двадцатого столетия. Экономика того времени отличалась серийным массовым выпуском продукта, стандартизированными товарами и услугами, ограниченным количеством потребностей потребителя, отсутствием сетевого взаимодействия. Мир XXI века изменил-

ся. А система профессиональной подготовки специалиста сохранилась. Сегодня системе профессионального образования необходимо реагировать на изменения, происходящие в мире. Базовое положение существовавшей ранее простой логики утверждало то, что мир постоянно растет, улучшается и увеличивается. Модели экономического и социального плана опирались на утверждение фактов улучшения жизни каждого последующего поколения, по сравнению с предыдущим на протяжении всего исторического периода. Сегодня это утверждение можно оспорить. Сегодня невозможно заниматься подготовкой стандартного специалиста, так как само мировое сообщество уже нестандартно. Современная система стандартизации сегодня будет неспособна угнаться за появлением новых требований к подготовке. Можно разработать 500, 1000 и 1 миллион ФГОС, но это будет провал. Видов деятельности уже сегодня более миллиона. И количество продолжает увеличиваться. Попытка загнать существующее количество в стандартные рамки приведёт к отставанию от мирового сообщества. Взгляд в историю наглядно показывает то, что существующие системы колледжей и университетов не являются российскими изобретениями. Логика университета заимствована во Франции, система профессиональной подготовки в большей части опирается на опыт Германии. Современный мир подвержен периодически возникающим фазам напоминающим перестройку оптимизацию и реконструирование. Простое копирование опыта полученного другими образовательными системами неминуемо приведёт профессиональное образование России в аутсайдеры. В вопросах образования всё мировое сообщество представлено двумя моделями [2]: *school base* (школьная база) и *industry base* (отраслевая база). В первом случае подготовкой специалистов занимается государство, во втором – общество

Государства, идущие по второму пути (Великобритания, Германия и другие) апеллируют тем, что государству не предназначается ответственность за трудоустройство будущего специалиста. Появление подобной ответственности государства перед работником происходит с момента приема на работу. Положительные моменты данной модели: наличие более эффективной практичной подготовки специалиста, упрощённой адаптации человека на предприятии, получение более

высокой производительности. Отрицательные моменты: в период кризисной экономической ситуации в государстве происходит сбой системы профессиональной подготовки. Ситуация сегодняшнего дня в Германии, показывает то, что произошло сильное сокращение профессиональной подготовки, в связи с отсутствием спроса на рабочие кадры со стороны бизнеса. Первая модель присуща Восточноевропейским и Азиатским странам, уделявшим профессиональному обучению наименьшее внимание.

Образ современного мира представляется стремительно уменьшающимся количеством наемных рабочих мест, имеющих гарантию в трудоустройстве. Сегодня необходимо планировать подготовку специалиста, а, следовательно, и организацию учебно-методической деятельности образовательного процесса не по наименованию специальности, а по тем компетенциям, которые он должен будет выполнять. Новые требования, возникающие например, у сварщика, хлебопека, робототехника или мехатроника в корне меняют специфику подготовки данных специалистов. Естественно, они будут по-прежнему печь хлеб, варить металл, собирать роботов или создавать автоматизированные промышленные системы. Но у каждого из указанных специалистов появятся новые, востребованные временем, дополнительные навыки. В каждой профессии появляются и становятся необходимыми навыки работы с использованием компонентов механики, электроники, пневматики, компьютерных технологий. А профессия «кибербезопасника» вообще не может быть получена на основе существующих стандартов. Невозможно обучить стандартными способами и приемами специалиста, выполнению действий защищающих от незапланированных, непредсказуемых угроз. Ведь его оппонент, планирующий злоумышленные действия, способен ознакомиться со стандартом и произвести новые действия, не предусмотренные ни одним стандартом.

Учитывая вышеизложенное, разрабатывая концептуальные основы системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования при исследовании необходимо опираться на следующие понятия:

- понятие «Система образования»;
- понятие «Проектирование».

Общенаучным понятием «системы образования» считается множество элементов, имеющих какие-либо отношения и связи между собой, создающих условия образования определенной целостности, единства, по отношению к системе образования, и в том числе системе среднего профессионального образования. Аналогично прочим системам, созданным человечеством, система профессионального образования имеет соответствующую цель, достижение которой возможно при эффективном функционировании. Исследовательский анализ научной литературы, показал то, что сочетание таких составляющих как, определение цели системы профессионального образования, ее предназначения, структурного состава являет собой многоуровневую задачу, изучению которой уделяли внимание многие ученые.

Обзор научной литературы по проблеме

Учеными В.Д. Шадриковым [3], В.Г. Кинелёвым [4] предложено понятие структуры системы профессионального образования как совокупности ряда компонентов: образовательных программ и государственных образовательных стандартов различного уровня и направленности; образовательных учреждений, реализующих эти программы; органов управления образованием и подведомственных им учреждений и организаций.

Не меньше внимания вопросам профессиональной подготовки специалистов уделяли зарубежные исследователи Н.Ю. Буффало [5], К.В. Деринг [6], К.С. Дузе [7], Х. Керн [8], Д.Х. Додд [9] обуславливая свою позицию по отношению к развитию профессиональной деятельности обучающихся влиянием позитивистской методологии и ориентацией на построение науки в процессе системного обучения.

Анализ работ В.П. Беспалько [10], А.В. Ахутина [11], В.А. Жукова [12], позволяет рассматривать понятие «проектирование» в качестве творческой человеческой деятельности, направленной на разработку проекта, по созданию нового объекта деятельности, или модификации существующего объекта с заданными улучшенными параметрами. Проектирование учебно-методической деятельности в системе профессионального образования в нашем случае представляет собой самостоятельную педагогическую деятельность, определяющую направления создания новых или преобразования существующих

условий образовательного и воспитательного процессов.

Результаты исследования

Исследования деятельности образовательных учреждений показывают, что проектированию, как процессу в профессиональном образовании, присущи постоянство, непрерывность и инновационность. В процессе выполнения проектирования реализуется непрерывное улучшение, эффективное формирование модификаций проектного решения. Проектирование учебно-методической документации в образовательной проектной деятельности, в отличие от технического проекта, не должно иметь вид окончательного предписания или инструкции. Проектирование педагогической деятельности должно эффективно сочетать принятые стратегические решения с соответствующими фундаментальными положениями, путем применения большого количества рекомендательных указаний, способствующих достижению вариативности, гибкости и оперативности в деятельности системы профессионального образования, по отношению к постоянным изменениям требований к системе образования, предъявляемых личностью, обществом и государством. Следовательно, проектирование, предлагает современным образовательным системам, и в том числе системе среднего профессионального образования, создание проектов, нацеленных на разработку и формирование самостоятельно развивающихся систем. Движущей силой такой системы должен быть субъект образовательного процесса, способный реализовать право на свободу преподавания, обучения и исследования.

Проектирование учебно-методической документации осуществляется в виде сбора, изучения и анализа информационного материала о потребности предприятий в специалистах, требованиях к качеству их подготовки, состоянию рынка труда. А также, принятия решений об оказании педагогических услуг по подготовке востребованных специалистов, доведения организационных задач до исполнителя, планирование, организация и контроль учебно-методической деятельности педагогических работников, образовательного процесса, включающего обучение, воспитание, профессиональное и личностное становление специалистов и квалифицированных рабочих.

Проведённые исследования помогают сделать вывод о необходимости деления процесса проектирования на три стадии, отличающиеся приоритетными детерминирующими целями.

Первая стадия (или этап) – предварительный. На данном этапе происходит уточнение целей, понятийного аппарата, формирование исходных данных необходимых при проектировании, а также выработка стратегии и принципов. В случае необходимости выполнения проектирования модификации существующего объекта, в исходные данные вводится информация о результатах исследования изменений состояния системы среднего профессионального образования и тенденциях, предшествующих её развитию.

Вторая стадия (этап) – дивергенция. Обнаружение расхождений в процессе проектирования на основе сознательного критического восприятия реальности, доведение до разрушения установившихся стереотипов, применение в деятельности свободных сравнительных образов, широкого спектра ассоциаций. Данный этап включает декомпозицию общей цели проекта. Происходит формирование обширного поля разнообразных установок и требований предъявляемых к объекту проектирования.

Третья стадия (этап) – конвергенция. Определение в процессе проектирования возникающих сходств (схождений) между систематическими группами, находящимися в подобных условиях. Приоритетная цель данного этапа – выполнение упорядочивания и структуризации поискового массива, упрощение и сокращение большого разнообразия вариантов, необходимое для дальнейшей интерпретации и окончательного отбора.

Одним из важнейших принципов системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования, будет принцип системности. Тем не менее проблем, связанных с проектированием учебно-методической деятельности, исследователями практически не проводилось.

Поэтому при работе над созданием теории системного проектирования учебно-методической деятельности в профессиональном образовании уделялось внимание работам, выполненным и обоснованным А.Г. Асмоловым [13], Ю.К. Бабанским [14], О.Ю. Ефремовым [15], Н.Д. Никандровым [16], исследовавшим



Рис. 1. Структура системного проектирования учебно-методической деятельности в системе среднего профессионального образования

Fig. 1. The structure of system design of educational and methodological activities in the system of secondary vocational education

непрерывное образование как последовательное, поэтапное развитие личности обучающегося.

Не менее существенную роль в создании теории системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования имели труды ученых исследователей В.Ф. Взятых [17], И.П. Чечила [18], В.М. Розина [19], изучавших проблемы проектирования творческого процесса в профессиональной подготовке обучающегося.

Исследование работ, выполненных в первой половине 90-х XX века учеными А.А. Вербицким [20], И.А. Колесниковой [21], Н.А. Масюковой [22], изучавшими вопросы, связанные с проектированием профессиональной подготовки, показало наличие значительных результатов достигнутых при решении проблем, связанных с проектированием педагогической деятельности. Однако, это же исследование показывает практически полное отсутствие специальных исследований, анализирующих пути, условия, факторы, методологию системного проектирования, охватывающего все этапы, и в том числе системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования.

Современное системное проектирование учебно-методической деятельности в системе профессионального образования Российской Федерации имеет не только позитивный опыт, традиции, огромный научный, педагогический, человеческий потенциал, но и целый ряд противоречий и недостатков, влияющих на возможности полного обеспечения растущих запросов и потребностей современного развитого производства технически грамотными кадрами. Такими противоречиями и недостатками становятся: качество подготовки специалистов, получающих профессиональное образование, недостаточный уровень профессиональных навыков специалистов приходящих на рабочие места.

Существующая теория и практика системного педагогического проектирования, в отличие от разрабатываемой теории системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования имеет ряд недостатков:

- отсутствие разработанной концептуальной основы педагогического проектирования в системе обучения;
- научный, педагогический, управленческий, творческий потенциал участников системы среднего профессионального образования, и в том числе специалистов, ответ-

ственных за выполнение управленческих и контролирующих функций не реализуется в полном объёме;

- несоответствие тенденций развития современного профессионального образования задачам, требующим обеспечить личность, общество и государство необходимыми условиями подготовки специалистов, вызванное дефицитом, таких составляющих, как: научно-педагогические основы реализации программ обучения, положение о менеджменте качества и компетентностном подходе.

Результатом исследований проведенных по вопросу применения системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования, в содержании и организации образовательного процесса в образовательных учреждениях Российской Федерации, стало выявление сдерживающего фактора, влияющего на достижение востребованного уровня качества подготовки обучающихся, и выражающегося наличием в системе профессионального образования таких противоречий, как противоречие:

- между цельностью системного проектирования учебно-методической деятельности, интеграцией в социально-экономическом механизме развития современного общества и разрозненно существующими элементами формирования отдельных частей системы профессионального образования, без опоры на внутренние и внешние связи;
- наличием успешного опыта инновационной и творческой деятельности передовых педагогических работников в отдельно взятом образовательном учреждении и отсутствием опыта системной работы по формированию проектной образовательной деятельности педагогического коллектива в целом;
- необходимостью непрерывной профессиональной подготовки специалистов и рабочих кадров для производства постоянно изменяющейся динамикой запросов общества и дискретно, скачкообразно происходящими изменениями современного производства;
- ведомственным принятием проектного решения стратегического направления в сфере развития профессионального образования и интересами отдельных участников образовательного процесса сопричастного

к системному педагогическому проектированию.

Перечисленные особенности и противоречия подчеркивают актуальность разработки теории, обобщающей систематизирующей и выстраивающей структуру системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования.

Выполненные исследования показали степень необходимости и целесообразности применения категории «системное проектирование учебно-методической деятельности» основным методологическим инструментарием способствующим созданию теории системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования. А также способствовали выявлению объективных предпосылок: научно-практических, содержательно-технологических, историко-социально-педагогических и научно-теоретических, стимулирующих выполнение научных исследований и решение проблем, связанных с развитием профессионального образования и формированием модели системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования, ориентированной на профессиональную подготовку специалиста востребованного современным производством.

Степень теоретической значимости выполненных исследований определяется такими теоретическими итогами работы как:

- определением связей разнообразных видов деятельности обучающихся (познавательной, исследовательской, творческой, рационализаторской) и соответствующих стадий приобретения и развития навыков с этапами учебно-методической деятельности;
- внедрением в образовательный процесс сформулированной системы принципов системного проектирования учебно-методической деятельности;
- формированием структуры системного проектирования;
- определению уровня готовности системы профессионального образования к внедрению системного проектирования учебно-методической деятельности для достижения задач направленных на повышение качества образования;
- разработкой макета управления деятельностью педагогического работника занятого

выполнением основных технологических процедур системного проектирования учебно-методической деятельности.

Анализируя полученные результаты теоретических исследований можно дать определение сущности системного проектирования учебно-методической деятельности. Системное проектирование учебно-методической деятельности это осознанная и целенаправленная деятельность, обладающая всей совокупностью признаков педагогической деятельности, содержащая установленный ряд операций обеспечивающих процесс проектирования. Системное проектирование должно быть видом деятельного познания, обладать направленностью на решение проблемных вопросов, устранение противоречий, моделирование не существовавших ранее процессов, явлений, но имеющих вероятность возникновения в будущем. Системное проектирование может охватывать процессы диагностики, прогнозирования, целеполагания, мониторинга, моделирования, конструирования, программирования, рационализации, модернизации одновременно отличаясь от каждого отдельно взятого вида такой деятельности. Системное проектирование должно включать такие разделы как: проблематизация, рефлексивный позиционный анализ, групповое и индивидуальное творчество, самореализация, самоопределение, мотивация к развитию индивидуальных способностей, творческое сотрудничество обучающихся разного уровня подготовленности с педагогическими работниками, обладающими различным уровнем педагогического опыта.

Следовательно, разработанная и внедрённая теория системного проектирования учебно-методической деятельности должна формироваться в эффективное средство, обеспечивающее социальное и интеллектуальное творческое саморазвитие каждого отдельно взятого субъекта включенного в образовательный процесс, то есть должна развивать интеллектуальный потенциал и такие характерные качества педагогического работника системы среднего профессионального образования как способность к развитию и интеграции, самодетерминации, саморегуляции, самодвижению и самосовершенствованию.

Проделанные теоретико-экспериментальные исследования позволили обобщить основные положения:

1. Современные реалии развития системы профессионального образования выявили актуальную проблему формирования и внедрения в образовательный процесс целостной теории системного проектирования учебно-методической деятельности, как фактора обеспечивающего развитие профессионального образования, опирающегося на эффективную проектировочную деятельность.

2. Анализ психолого-педагогических оснований системного проектирования учебно-методической деятельности доказал востребованность формирования новой педагогической концепции, опирающейся на современные идеи повышения качества подготовки специалиста, обеспечивающие выполнение социального заказа общества.

3. В соответствии с требованиями системности концепция системного проектирования учебно-методической деятельности, сформированная в результате теоретических исследований, предлагает структурный план, состоящий из общих положений, понятийного аппарата, теоретико-методологических оснований, ядра и содержательного смыслового наполнения.

4. Системное проектирование учебно-методической деятельности эффективно при соблюдении концепции, подтвержденной в ходе экспериментального режима, осуществленного в реальном образовательном процессе в ряде образовательных учреждений Новосибирской области.

5. Практическое содержание, направленность, эффективность разработанной и внедренной теории системного проектирования учебно-методической деятельности, основаны на закономерностях и принципах педагогической деятельности.

6. Системное проектирование учебно-методической деятельности состоит из основных компонентов, обеспечивающих достижение единой цели. Процесс реализации системного проектирования учебно-методической деятельности воплощается посредством прохождения всех предполагающихся этапов.

7. Верификация положений разработанной теории системного проектирования учебно-методической деятельности заключается в совокупности методов, применяемых при реализации теории, сопоставления данных, полученных в процессе практической образовательной деятельности, создании педагогических условий, обеспечивающих эф-

фективность системного проектирования, осуществлении привлеченной внешней экспертизы.

8. Системное проектирование учебно-методической деятельности эффективно при соблюдении концепции, подтвержденной в ходе экспериментального режима, осуществленного в реальном образовательном процессе в ряде образовательных учреждений Новосибирской области.

Заключение

Исследования, проводимые, в образовательных учреждениях профессионального образования Новосибирской области, в рамках формирования положений теории системного проектирования учебно-методической деятельности в системе среднего профессионального образования (СПО), показали востребованность системного проектирования, как необходимого элемента деятельности педагогического работника, который в рамках данного проекта должен выступать в роли создателя всего необходимого для обеспечения образовательного процесса, направленного на достижение прогнозируемого и предсказуемого результата. Применяя основной методологический инструментарий теории системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования, педагогический работник отдельно взятого образовательного учреждения будет способен выполнить разработку педагогической системы на различных иерархических уровнях своей когнитивной среды. Системное проектирование учебно-методической деятельности может

охватывать профессию, специальность, квалификацию, цикл учебного курса, отдельный предмет, дисциплину, учебный модуль, раздел, тему.

Выполненные исследования, внедряемая теория системного проектирования учебно-методической деятельности не исчерпывают в полной мере существующую проблему. Однако, позволяют определить перспективные направления формирования, развития и эффективного внедрения разработанной теории. Предполагается проведение дополнительных исследований по выявлению актуальных вопросов развития теоретической основы, совершенствованию определения педагогических условий и требований к методико-технологическому обеспечению проектной деятельности.

Перспектива формирования, развития и внедрения теории системного проектирования учебно-методической деятельности связана с изменением подхода к решению вопроса касающегося обеспечения условий и механизма системного проектирования учебно-методической деятельности при подготовке специалистов. Прогнозируемый уровень потенциала выполненных исследований может быть определен возможным развитием на основе полученных материалов, дальнейшей научно-исследовательской деятельности. Данная работа может содержать разработку теоретической основы инновационной творческой деятельности педагогического работника, а также многоуровневой модели системного проектирования учебно-методической деятельности в системе профессионального образования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романченко М.К., Романченко А.М. Трансформация среднего профессионального образования в условиях пандемии // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2020. – № 6 (135). – С. 39–45.
2. Романченко М.К. Профессиональное образование в России и за рубежом – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2019. – 85 с.
3. Шадриков В.Д. Психология деятельности человека – Москва: Институт психологии РАН, 2013. – 464 с.
4. Кинелёв В.Г. Объективная необходимость. История и перспективы реформирования высшего образования России – М.: Республика, 1995. – 328 с.
5. Creative education Foundaion. – Buffalo, N.Y. 1979.
6. Doering K.W. System Weiterbildung: Zur Professionalisierung des quartären Bildungssektors. Weinheim: Beltz, 1987. – 257 p.
7. Carmen Sonia Duse, Dan Maniu Duse, Maria Karkowska. How important is mentoring in education? // MATEC Web of Conferences 121 (12005). – 2017. DOI: DOI:10.1051/mateconf/201712112005. URL: https://www.researchgate.net/publication/319023180_How_important_is_mentoring_in_education (дата обращения: 11.02.2021)
8. Kern H., Schumann M. Gefragt ist der mündige Arbeiter // Frankfurter Rundschau. –1982. – Vol. 28. – № 250. – P. 10–11.

9. Dodd D.H., White R.M. Cognition: Mental structure and processes // Educational Technology Reserch and Development. – 1991. – Vol. 39. – Issue 4. – P. 5–15.
10. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. – М.: Педагогика, 1989. – 192 с.
11. Ахутин А.В. Поворотные времена. – СПб.: Наука, 2005. – 743 с.
12. Жуков В.А. Инженерная педагогика. Проблемы, опыт, предложения – Москва, ИНФРА-М, 2014. – 197 с.
13. Асмолов А.Г. Системно-деятельностный подход к разработке стандартов нового поколения // Педагогика. – 2009. – № 4. – С. 18–22.
14. Бабанский Ю.К. Оптимизация процесса обучения (Общедидактический аспект). – М.: «Педагогика», 1977. – 256 с.
15. Ефремов О.Ю. Психология человека. – СПб.: ВАС, 2015. – 298 с.
16. Никандров Н.Д., Кан-Калик В.А. Педагогическое творчество – М.: Педагогика, 1990. – 144 с.
17. Взятых В.Ф. Методология проектирования в инновационном образовании – М., 2015. – 305 с.
18. Чечиль И.П. Метод проектов – М.:, 2014. – 320 с.
19. Розин В.М. Становление и природа проектирования // Тренды и управление. — 2017. – № 1. – С. 61–74.
20. Вербицкий А.А. Контекстно-компетентностный подход к модернизации образования // Педагогическая диагностика. – 2016. – № 6. – С. 44–50.
21. Колесникова И.А., Горчакова-Сибирская М.П. Педагогическое проектирование – М: Академия, 2005. – 288 с.
22. Масюкова Н.А., Бабкина Т.А. Возможно ли воспроизведение образцов педагогической деятельности? // Педагогика. – 2000. – № 5. – С. 23–27.

Дата поступления: 27.03.2021.

UDC 377.5

DOI 10.54835/18102883_2021_29_8

APPLICATION OF SYSTEM DESIGN IN SECONDARY PROFESSIONAL EDUCATION

Mikhail K. Romanchenko,Cand. Sc., Director,
rmk2010@mail.ruNovosibirsk College of Food Industry and Processing,
7/2, Planning st., Novosibirsk, 630032, Russia.

The article discusses the possibilities of the formation of system design and the organization of educational activities in educational institutions of vocational education, investigates the psychological and pedagogical foundations of system design, which are the need for educators to form an understanding of the essence of system design educational and methodological activities, their characteristics, development prospects in the context of an updated secondary system. vocational education.

Key words: systems approach, system design, design technology, educational process, professional education.

REFERENCES

1. Romanchenko M.K., Romanchenko A.M. Transformatsiya srednego professionalnogo obrazovaniya v usloviyakh pandemii [Transformation of secondary vocational education in a pandemic]. *Standarty i monitoring v obrazovanii*. 2020, no. 6 (135), pp. 39–45.
2. Romanchenko M.K. *Professionalnoye obrazovaniye v Rossii i za rubezhom* [Professional education in Russia and abroad]. Novosibirsk, SB RAS Publ., 2019. 85 p.
3. Shadrikov V.D. *Psikhologiya deyatel'nosti cheloveka* [Psychology of human activity]. Moscow, Institut psikhologii RAN, 2013. 464 p.
4. Kinelov V.G. *Obyektivnaya neobkhodimost. Istoriya i perspektivy reformirovaniya vysshego obrazovaniya Rossii* [Objective necessity. History and prospects of reforming higher education in Russia]. Moscow, Respublika, 1995. 328 p.
5. *Creative education Foundaion*. Buffalo, N.Y. 1979.
6. Doering K.W. *System Weiterbildung: Zur Professionalisierung des quartären Bildungssektors* [Continuing education system: To professionalise the Quaternary education sector]. Weinheim, Beltz, 1987. 257 p.
7. Carmen Sonia Duse, Dan Maniu Duse, Maria Karkowska. How important is mentoring in education? *MATEC Web of Conferences*, 121 (12005). 2017. DOI: 10.1051/mateconf/201712112005. Available at: https://www.researchgate.net/publication/319023180_How_important_is_mentoring_in_education (accessed: 11.02.2021)
8. Kern H., Schumann M. Gefragt ist der mündige Arbeiter [The mature worker is in demand]. *Frankfurter Rundschau*. 1982, Vol. 28, no. 250, pp. 10–11.
9. Dodd D.H., White R.M. Cognition: Mental structure and processes. *Educational Technology Reserch and Development*. 1991, Vol. 39, Issue 4, pp. 5–15.
10. Bepalko V.P. *Slagayemyye pedagogicheskoy tekhnologii* [Components of pedagogical technology]. Moscow, Pedagogika Publ., 1989. 192 p.
11. Akhutin A.V. *Povorotnyye vremena* [Turning times]. SPb., Nauka, 2005. 743 p.
12. Zhukov V.A. *Inzhenernaya pedagogika. Problemy, opyt, predlozheniya* [Engineering pedagogy. Problems, experience, suggestions]. Moscow, INFRA-M, 2014. 197 p.
13. Asmolov A.G. Sistemno-deyatelnostnyy podkhod k razrabotke standartov novogo pokoleniya [System-activity approach to the development of new generation standards]. *Pedagogika*. 2009, no. 4, pp. 18–22.
14. Babanskiy Yu.K. *Optimizatsiya protsessa obucheniya (Obshchedidakticheskiy aspekt)* [Optimization of the learning process (General didactic aspect)]. Moscow, Pedagogika, 1977. 256 p.
15. Efremov O.Yu. *Psikhologiya cheloveka* [Human's psychology]. SPb., VAS, 2015. 298 p.
16. Nikandrov N.D., Kan-Kalik V.A. *Pedagogicheskoye tvorchestvo* [Pedagogical creativity]. Moscow, Pedagogika, 1990. 144 p.
17. Vzyatyshev V.F. *Metodologiya proyektirovaniya v innovatsionnom obrazovanii* [Design methodology in innovative education]. Moscow, 2015. 305 p.
18. Chechil I.P. *Metod projektov* [Method of projects]. Moscow, 2014, 320 p.
19. Rozin V.M. Stanovleniye i priroda proyektirovaniya [Formation and nature of design]. *Trendy i upravleniye*. 2017, no. 1, pp. 61–74.

20. Verbitskiy A.A. Kontekstno-kompetentnostnyy podkhod k modernizatsii obrazovaniya [Contextual-competence approach to modernization of education]. *Pedagogicheskaya diagnostika*. 2016, no. 6, pp. 44–50.
21. Kolesnikova I.A., Gorchakova-Sibirskaya M.P. Pedagogicheskoye proyektirovaniye [Pedagogical design]. Moscow, Akademiya Publ., 2005. 288 p.
22. Masyukova N.A., Babkina T.A. Vozmozhno li vosproizvedeniye obraztsov pedagogicheskoy deyatelno-sti? [Is it possible to reproduce samples of pedagogical activity?]. *Pedagogika*. 2000, no. 5, pp. 23–27.

Received: 27.03.2021.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883_2021_29_9

ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ БУДУЩЕГО ИНЖЕНЕРА: ОТ ДЕТСКОГО САДА ДО ВУЗА

Клименко Елена Васильевна¹,

кандидат педагогических наук, доцент, и.о. заведующего кафедрой теории и методики начального и дошкольного обучения,
e.v.klimenko@utmn.ru

Никитина Галина Викторовна²,

кандидат педагогических наук, заместитель руководителя центра непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников г. Тобольска,
hucc1@mail.ru

¹ Тюменский государственный университет,
Россия, 625003 г. Тюмень, ул. Володарского, 6.

² Тюменский областной государственный институт развития регионального образования,
Россия, 625000 г. Тюмень, ул. Советская, 5б.

В статье обобщен арсенал ресурсов для подготовки будущих абитуриентов инженерных специальностей. Цель статьи состоит в выявлении и систематизации имеющегося потенциала образовательных возможностей для формирования начальных профессиональных умений у подрастающего поколения. Представлено разнообразие средств формирования предпрофессиональных компетенций будущего инженера в Российской Федерации на современном этапе. Показан спектр содержательных форм такой деятельности на разных уровнях образования, включая дошкольное образование, начальную, основную, среднюю школу и систему дополнительного образования. Внедрение обозначенных подходов в современный образовательный процесс содействует выработке у обучающихся устойчивой мотивации к выбору инженерных профессий.

Ключевые слова: предпрофессиональные компетенции инженера, непрерывное инженерное образование, ранняя профессиональная ориентация на инженерные профессии

Введение

Повышение качества инженерного образования на текущем этапе развития экономики страны обосновано необходимостью трансформации российской промышленности. Подготовка специалистов для наукоёмких производств является одним из приоритетов государственной политики. Для качественного инженерного образования большое значение имеет уровень подготовки абитуриентов, их мотивация на выбор инженерно-технических специальностей. А.С. Коробцов, анализируя состояние качества инженерного образования, среди одного из его факторов выделяет уровень подготовки абитуриентов и студентов [1]. Ученый справедливо указывает на то, что «по разным причинам практически «выпадает» из процедур, направленных на обеспечение качества высшего образования, такой фактор качества, как уровень подготовки и потенциал выпускников школ» [1, с. 31]. Разделяем эту позицию ученого и считаем, что обозначенные показатели оказывают существенное влияние на качество инженерного образования.

Обзор источников

Вопросы ранней профессиональной ориентации на инженерные профессии рассматриваются учеными в контексте проводимых исследований: Н.В. Котова представляет различные подходы в стимулировании профессионального самоопределения школьников к инженерному образованию [2]; И.Ф. Колонтаевская исследует аспекты организации профориентационной работы со школьниками, направленной на выбор инженерно-технических специальностей профессионального образования [3]. Ученые В.А. Руденко, М.В. Головкин, Н.В. Ермолаева, Н.И. Лобковская исследуют особенности ранней профессиональной ориентации, убеждающей школьников уже с начальной школы осуществлять планомерную подготовку к будущей инженерной специальности [4].

Наиболее полный процесс непрерывного инженерного образования представлен в работе П.С. Черёмухина и А.А. Шумейко [5]. На протяжении всей образовательной вертикали ученые выделяют пять этапов непрерывного

инженерного образования (в дошкольном учреждении, начальной школе, основной школе, профильное обучение в старшей школе или в ссузе, обучение в вузе). Ученые раскрывают содержание каждого этапа, учитывая возрастные особенности обучающихся на каждом этапе и максимально полно используя возможности образовательной среды. Так, например, в дошкольном образовании рассматриваются элементы конструирования в русле образовательной робототехники, в начальной школе ориентир – на «формирование элементарных навыков конструирования и программирования, представлений о технике; в основной школе уже создаются условия для общекультурной готовности к формированию инженерного и инновационного мышления; углубленное профильное обучение электронике, прототипированию, мехатронике и робототехнике происходит непосредственно в старшей школе или в ссузе; обучение в специализированном вузе» [5].

Проблема формирования инженерного мышления у детей представлена в ряде работ ученых (Сазонова З.С., Четчина Н.В. [6], Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Короткова Н.Н. [7], Дума Е.А. Кибяева К.В. [8], Зуев П.В., Кошеева Е.С. [9], Ечмаева Г.А., Малышева Е.Н. [10] и др. Особое внимание формированию престижа инженерной профессии у современных школьников уделяется Санкт-Петербургской научной школой под руководством Козловой А.Г. [11]. В рамках ежегодной Всероссийской научно-практической конференции, проводимой по инициативе СПбПУ Петра Великого «Формирование престижа профессии инженера у современных школьников» [12–14] обсуждаются актуальные вопросы данной проблематики, в том числе исследуются и ее методические аспекты [15–18]. Проблема довузовского получения инженерных знаний находит отражение и в зарубежной практике [19–21].

Для качественной подготовки инженерных кадров необходимо осуществлять деятельность в данном направлении задолго до непосредственного инженерного образования в условиях вуза. Так, планирование и организация деятельности детей дошкольного и младшего школьного возраста в области технического творчества могут рассматриваться как основа подготовки детей к инженерной деятельности. Различные формы дополнительного образования учеников среднего звена

основной школы (кружки, мастерские, курсы, выставки и др.) позволят расширить спектр умений обучающихся в инженерной практике, обогатить опытом экспериментальной деятельности, усилить интерес к выбору технической профессии. На старших ступенях обучения в школе мотивация к получению профессионального инженерного образования подкрепляется проектной деятельностью учеников, организованной при поддержке специалистов, приглашенных с реального производства. Тематика таких проектных работ может быть сформирована по запросам предприятия. Это нацеливает будущих абитуриентов на профессиональную коммуникацию в проектной деятельности и обосновывает практическую значимость выполняемой работы. Такая преемственность в формировании инженерного мышления способствует взвешенному и осознанному выбору будущей профессии, что будет содействовать качественной подготовке специалиста.

Направления реализации процесса формирования предпрофессиональных компетенций будущего инженера

В дошкольном образовании целесообразно говорить о формировании предпосылок инженерного мышления или прединженерного мышления [22, 23]. Заметим, что в дошкольном возрасте это происходит преимущественно в процессе конструирования.

На основе конструктивной деятельности выстроены образовательные программы (парциальные и программы дополнительного образования) для данной целевой аудитории: «От робота до Фребея: растим будущих инженеров» [24], «STEM-образование детей дошкольного и младшего школьного возраста» [25], «LEGO в детском саду» [26]. В дошкольных образовательных учреждениях распространена практика реализации программ дополнительного образования с использованием современных видов конструкторов («Lego» и их вариации – «Lego WeDo», «Lego-мозаика», магнитные конструкторы по типу «Magformers», трёхмерные конструкторы – «Фанкластик», «ТИКО», «Йохо-куб», «CUBORO» и др.). Также в ходе начальной образовательной деятельности повсеместно используются классические дидактические средства (блоки З.П. Дьенеша, палочки Кюизенера и др.). Все это служит благоприятной основой для прохождения воспитанниками

детского сада некоторых профессиональных проб инженерной деятельности.

В начальной школе конструктивная деятельность обучающихся усложняется. Потенциалом для создания условий, способствующих формированию начальных умений инженера у младших школьников, являются кружки по образовательной робототехнике и конструированию, реализуемые в рамках внеурочной деятельности школы, а также в учреждениях дополнительного образования детей. В соответствии с возрастными особенностями уровень сложности конструктивной деятельности повышается, используются модели конструкторов, предназначенных для создания более сложных устройств и объектов.

Спектр возможностей для формирования предпрофессиональных компетенций инженера расширяется в основной и старшей школе. Сегодня школьники имеют возможность заниматься техническим творчеством и проектной деятельностью в смежных для инженерного образования областях. Серьезная поддержка становления предпрофессиональной инженерной ориентации представлена в национальном проекте «Образование» и актуальных федеральных проектах «Современная школа», «Успех каждого ребенка», «Цифровая образовательная среда», «Молодые профессионалы». Модернизация материально-технической базы образовательных организаций, повышение компетенций педагогических работников по физико-математическим, естественно-научным направлениям, расширение границ дополнительного образования способствуют усилению интереса детей к выбору технической специальности и формированию готовности к деятельности в области «человек-техника».

Так, в общеобразовательных организациях малых городов и сельской местности, начиная с 2019 года, создаются центры образования цифрового и гуманитарного профилей «Точка роста». С 2015 года значительно расширилась сеть детских технопарков «Кванториум» – площадок ускоренного развития детей в естественно-научной и инженерно-технической областях [27]. Сегодня в регионах при поддержке реализации федерального проекта «Современная школа» национального проекта «Образование» уже созданы и продолжают открываться такие технопарки на базе общеобразовательных организаций – школьные кванториумы. Развивается и сеть центров

цифрового образования детей «IT-Куб», открывающихся на базе общеобразовательных организаций общего, среднего профессионального и дополнительного образования в целях обеспечения реализации федерального проекта «Цифровая образовательная среда» национального проекта «Образование». Эти центры предусматривают продвижение компетенций в области цифровизации и включают мобильную разработку, программирование, VR-AR-разработку, кибергигиену и большие данные, основы алгоритмики и логики, программирование роботов. Такие структуры являются мощным ресурсом для подготовки к получению инженерного образования.

Для вовлечения школьников в научно-техническое творчество на базе вузов внедрена общероссийская программа «Робототехника: инженерно-технические кадры инновационной России», направленная на реализацию научно-исследовательской деятельности, связанной с конструированием, моделированием, программированием робототехнических систем. В регионах повсеместно создаются Ресурсные центры этой программы, воспитанники которых представляют свои разработки на различных соревнованиях, выставках, конкурсах. Возможность реализовать целенаправленную деятельность по профессиональной ориентации на инженерные специальности в стенах вуза предоставляют STEM – центры Intel. Данный международный проект, действующий на основе сотрудничества с корпорацией Intel в России и при поддержке Всероссийского Фестиваля науки, реализует «создание на базе вуза сети исследовательских лабораторий, поддерживающей научную, техническую и инженерную составляющую в дополнительном образовании школьников. Проект призван повысить интерес учащихся к инженерным и техническим специальностям и мотивировать старшеклассников к продолжению образования в научно-технической сфере» [28]. Благодаря работе в STEM-лабораториях дети могут использовать современное оборудование для реализации экспериментальной, исследовательской и проектной деятельности.

Дома научной коллаборации (ДНК) – еще один ресурс для формирования предпрофессиональных компетенций инженера у школьников. Центры ДНК открываются с 2019 года при вузах в регионах нашей страны при поддержке национального проекта

«Образование». Такие центры представляют собой лаборатории открытого типа и предполагают создание среды ускоренного развития школьников, построение индивидуальной траектории обучения ребенка через исследовательскую и проектную деятельность. Дома научной коллаборации открыты для школьников с 5 по 9 классы («Детские университеты») и с 10 по 11 классы («Малые Академии»).

В 2012 году в России стартовал проект по созданию Центров молодёжного инновационного творчества (ЦМИТ), целью которого явилась возможность обеспечения бесплатного доступа к высокотехнологичному современному оборудованию. Этот проект был инициирован общественной организацией «Молодая инновационная Россия» и был поддержан Министерством экономического развития. ЦМИТ – это открытая площадка, центр коллективного пользования оборудованием. Здесь дети и подростки учатся воплощать креативные инженерные идеи в функциональные прототипы. Здесь организовано бесплатное обучение новым технологиям. Школьники разрабатывают проекты в области робототехники, 3D-моделирования, прототипирования и других актуальных направлений инженерной практики. Они учатся цифровому производству и работе на станках, приобретают навыки, которые будут востребованы в ближайшем будущем. Большинство таких центров открыты на базе вузов, т. к. именно здесь дети могут получить квалифицированную помощь в работе над своим проектом. Для организации работы в Центре привлекаются сотрудники с опытом преподавания и работы с конкретной целевой аудиторией, студенты, магистранты, аспиранты, преподаватели школ и сотрудники ряда предприятий города. Для всех исследователей, работающих в Центре над своими проектами, важным является основополагающий принцип «Научился сам – научи другого». Данный аспект позволяет обеспечить опосредованное обучение, взаимодействие, обмен опытом между участниками. При работе с каждой категории пользователей Центра реализуются различные задачи:

- для школьников начальной и основной школы – это формирование интереса к сфере высоких технологий, стимулирование творческого потенциала, научного и инновационного мышления;
- для учащихся образовательных учреждений среднего профессионального образова-

ния – освоение современных технологий и обучение работе с высокотехнологическим оборудованием; помощь в реализации своих технических идей за пределами границ стандартного образования;

- для студентов и аспирантов (молодых исследователей) – это формирование кросс-функциональных команд, способных реализовывать полученные знания, отрабатывать навыки оперирования оборудованием, генерировать идеи новых проектов из различных областей науки и техники;
- для жителей города, родителей (городского сообщества) – проведение специализированных акций, стимулирующих детское и молодежное научно-техническое творчество; презентация результатов работы Центра и его пользователей.

Эффективным для формирования у подростков предпрофессиональных компетенций будущего инженера является симбиоз школы, вуза и предприятий промышленного сектора.

Крупные предприятия отечественной промышленности, заинтересованные в профессиональных кадрах, в населённых пунктах своего пребывания открывают на базе вузов совместно со школами специализированные классы для учащихся старшего звена. Специализированный класс – это сообщество старшеклассников, как правило, прошедших определённый отбор (диагностика профессиональных предпочтений, оценка склонности к изучению предметов физико-математического, естественно-научного и технического циклов). При обучении таких школьников основная программа реализуется в полном объеме. Дополнительная усиленная подготовка в таких классах скомпанована по профильным дисциплинам, регламентируемым предприятием-стейкхолдером. Как правило, такие классы школы организуют в сотрудничестве с вузом. Арсенал средств научных лабораторий и технических центров позволяет школьникам выполнять проекты под руководством ведущих специалистов и научных работников вуза. Научный руководитель помогает школьнику прорабатывать актуальную и перспективную задачу, выбирать методы и средства для ее решения, оформлять проектную работу для экспертного оценивания, публично представлять результаты этой деятельности. Актуальную повестку для проектной деятельности на базе школ специализированных инженерных классов формирует стейкхолдер,

который курирует данную инициативу. Как правило, это запросы на решение конкретных инженерных задач. Такая технология обучения предусматривает тройственный договор о сотрудничестве между предприятием, вузом, участвующим в проекте, и профильной школой. Практика реализации инженерных классов существует как в крупных городах, например, проект «Инженерный класс в московской школе» [29], так и в регионах.

Весомым дополнением в развитии проектно-исследовательской деятельности на базе вуза является формирование совместных групп из студентов и школьников. Такая интеграция в выполнении конкретных проектов по заказу предприятий стимулирует у младших участников команды интенсификацию преемственности знаний, умений и навыков, динамичное формирование основных компетенций инженерной деятельности. При совместной практической деятельности складывается креативная среда, которая обеспечивает максимальное погружение будущих инженеров в профессию.

Профориентационные площадки нового типа («ПроеКТОрия», «Билет в будущее», «Профилум», «ЗАСОБОЙ», «Смартия» и др.) также имеют потенциал для формирования предпрофессиональных компетенций будущего инженера. Данные ресурсы появились в нашей стране в последние годы и быстро стали востребованными у абитуриентов и родителей. В частности, на сайте «ПроеКТОрия» – онлайн-площадке для коммуникации, выбора профессии и работы над проектными задачами, – школьники имеют возможность поучаствовать «в решении современных технологических задач от крупных компаний и инженерных вузов» [30]. А в рамках проекта ранней профориентации «Билет в будущее» школьники могут принять участие в проведении предварительного диагностического

тестирования учащихся, поучаствовать в профессиональных пробах. Платформы профнавигации для школьников позволяют не только пройти диагностику, но и получить исчерпывающую информацию о выбранной профессии, «примерить» профессии (в том числе в виртуальной среде). Это позволяет им сделать более осознанный профессиональный выбор, в частности, в инженерном направлении.

Вывод

С каждым следующим уровнем образования расширяется потенциал возможностей формирования предпрофессиональных компетенций инженера. Важно, чтобы этот процесс осуществлялся не дискретно, а комплексно и поэтапно, используя возможности открывающихся сущностей системы образования (в том числе и дополнительного). Успешность деятельности на каждом этапе формирования профессиональных качеств будущего специалиста определяется результатом предыдущего этапа. Расширение данной системы за счет всестороннего включения актуальных ресурсов взаимодействия (от организации научно-просветительских занятий по конструированию с воспитанниками детских садов до партнерства с предприятиями промышленного сектора по разработке креативных технических проектов) позволит выработать устойчивую мотивацию к осознанному выбору будущей профессии и обеспечить высокую степень готовности абитуриентов инженерных вузов. Все это позволит повысить качество подготовки инженеров, расширить ряды инженерной элиты современного производства.

Представленный в статье путь может быть внедрен в современный образовательный процесс. При этом преемственность в становлении профессиональных качеств будущего инженера всецело определяется индивидуальной траекторией личности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – №1 (27). – С. 27–36.
2. Котова Н.В. Стимулирование профессионального самоопределения школьников к инженерному образованию: автореф. дисс. ... канд. – Казань, 2012. – 25 с.
3. Колонтаевская И. Ф. Профориентационная работа со школьниками для поступления на инженерно-технические направления подготовки профессионального образования // Концепт. – 2014. – № 11. – ART 14319. URL: <http://ekoncept.ru/2014/14319.html> (дата обращения: 11.01.2021)
4. Руденко В.А., Головкин М.В., Ермолаева Н.В., Лобковская Н.И. Ранняя профессиональная ориентация в сфере атомной энергетики как фактор стратегического развития атомной отрасли // Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 4(298). – С. 97–108.

5. Черёмухин П.С., Шумейко А. А. Механизмы пропедевтики инженерного образования через сетевое взаимодействие организаций дошкольного, общего, высшего и дополнительного образования // Успехи современной науки и образования. – 2017. – Том 2. – № 2. – С. 143–149.
6. Сазонова З.С., Четкина Н.В. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования. – М.: МАДИ (ГТУ), 2007. – 195 с.
7. Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Короткова Н.Н. Модель конкурентоспособности будущего инженера-программиста // Педагогические науки. – 2010. – № 8. – С. 16–20. URL:http://www.volpi.ru/files/vpf/vpf_membership/rakhmankulova/article_3.pdf (дата обращения: 01.02.2021).
8. Дума Е.А., Кибяева К.В., Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Ребро И.В. Уровни сформированности инженерного мышления // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 10. – С. 143–144. URL: <http://naturalsciences.ru/article/view?id=33024> (дата обращения: 01.02.2021).
9. Зуев П.В., Кошеева Е.С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения // Педагогическое образование в России. – 2016. – № 6. – С. 44–49. URL: <http://journals.uspu.ru/attachments/article/1255/7.pdf> (дата обращения: 01.02.2021).
10. Ечмаева Г.А., Малышева Е.Н. Теоретический аспект формирования инженерного мышления школьников // Теория, практика и перспективы развития современной школы. Отв. ред. А.Ю. Нагорнова. – Ульяновск: Зебра, 2017. – С. 173–182.
11. Козлова А.Г. Формирование престижа профессии инженера в дополнительном образовании современных школьников // Нижегородское образование. – 2017. – № 4. – С. 47–54.
12. От ранней профориентации к выбору профессии инженера – Формирование престижа профессии инженера у современных школьников. Сб. статей II (VII) Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием в рамках Петербургского международного образовательного форума. Под ред. Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Расковалова В.Л., Денисовой В.Г. В 2-х частях. Часть 1. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия Востоковедения», 2019. – 216 с.
13. Инженер – создатель материального мира будущего – Формирование престижа профессии инженера у современных школьников. Сб. статей III (VIII) Всероссийской очно-заочной научно-практической конференции с международным участием в рамках Петербургского международного образовательного форума Международной очно-заочной научно-практической конференции. Под ред. Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Расковалова В.Л., Денисовой В.Г. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия Востоковедения», 2020. – 378 с.
14. Инженерное образование как ответ на вызовы общества – Формирование престижа профессии инженера у современных школьников. Сб. статей IX Всероссийская очно-заочной научно-практической конференции с международным участием в рамках Петербургского международного образовательного форума. Под ред. Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Расковалова В.Л., Денисовой В.Г. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия Востоковедения», 2021. – 349 с.
15. Инженерная аксиология. Опыт интеграции инженерного и экологического образования. В помощь работникам образовательных организаций по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Под ред. Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Денисовой В.Г. – СПб.: Лингвистический центр «Тайкун», 2018. – Выпуск 5. – 308 с.
16. Инженерная аксиология. От ранней профориентации к выбору профессии инженера. В помощь работникам образовательных организаций. Под ред. Денисовой В.Г., Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Хазовой С.И. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия востоковедения», 2019. – Выпуск 6. – 283 с.
17. Инженерная аксиология. В помощь работникам образовательных организаций. Под ред. Денисовой В.Г., Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Хазовой С.И. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия востоковедения», 2020. – Выпуск 7. – 291 с.
18. Инженерная аксиология. Опыт, формы и методы пропедевтики инженерного образования. В помощь работникам образовательных организаций. Под ред. Денисовой В.Г., Козловой А.Г., Крайновой Л.В., Хазовой С.И. – СПб.: ЧУ ДПО «Академия востоковедения», 2021. – Выпуск 8. – 231 с.
19. Carter V.R. Defining characteristics of an integrated STEM curriculum in K-12 education: diss. submitted for the degree of DPH in curriculum and instruction. – University of Arkansas, 2013. – 162 p. URL: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1818&context=etd> (дата обращения: 05.02.2021).
20. TEAMS. URL: <http://teams.tsaweb.org> (дата обращения: 05.02.2021).
21. Монахов И.А. Образовательные практики технической направленности для подготовки будущих инженеров в США // Инженерное образование. – 2017. – №22. – С. 102–108.
22. Миназова Л. И. Особенности развития инженерного мышления детей дошкольного возраста // Молодой ученый. – 2015. – № 17. – С. 545–548. URL: <https://moluch.ru/archive/97/20543/> (дата обращения: 01.02.2021).
23. Вылегжанина И.В. Довузовский период подготовки будущих инженеров в условиях дополнительного образования детей // Инженерное образование. – 2017. – № 21. – С. 181–185.
24. Волосовец Т.В., Карпова Ю.В., Тимофеева Т.В. Парциальная программа дошкольного образования. От Фребеля до робота: растим будущих инженеров. – Самара: Астрал, 2017. – 78 с.

25. Волосовец Т.В., Маркова В.А., Аверин С.А. STEM-образование детей дошкольного и младшего школьного возраста. Парциальная модульная программа развития интеллектуальных способностей в процессе познавательной деятельности и вовлечения в научно-техническое творчество. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. – 112 с.
26. Маркова В.А., Житнякова Н.Ю. «LEGO в детском саду» (парциальная программа интеллектуального и творческого развития дошкольников на основе образовательных решений LEGO EDUCATION). – М.: ЗАО «ЭЛТИ-КУДИЦ», 2015. – 37 с.
27. Ракова М.Н. Секреты кванториума. Уникальный формат организации технического творчества детей // Русский инженер. – 2017. – № 4 (57). – С. 35–37.
28. Шарова О.С., Рябова Г.А., Смирнова Л.С. Инновационные направления в реализации молодежной политики в Российской Федерации (на примере образовательной программы «Школа предпринимательства ВИБ») // Бизнес. Наука. Образование: проблемы, перспективы, стратегии: Материалы Российской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда: Негосударственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Вологодский институт бизнеса, 2015. – С. 278–283.
29. Зеленцова Н.Ф., Зеленцова Е.В., Зеленцов В.В. Профильное обучение как основа формирования предпрофессиональных компетенций будущих инженеров // Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П.Королева и других выдающихся отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства, 44-е, 28-31 января 2020 года: сборник тезисов: в 2 т. – РАН, «Роскосмос», МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2020. – Т. 2. – С. 22–24.
30. Амбарова П.А., Немировский М.В. Новые подходы к профессиональной ориентации в школе в условиях изменяющегося мира профессий // Известия Уральского федерального университета. Серия 1. Проблемы образования, науки и культуры. – 2020. – №1 (195). – С. 188–199.

Дата поступления: 10.02.2021.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883_2021_29_9

FORMATION OF PREPROFESSIONAL COMPETENCIES OF A FUTURE ENGINEER: FROM KINDERGARTEN TO UNIVERSITY

Elena V. Klimenko¹,

Cand. Sc., Acting Head of the Department of Theory and Methods of Primary
and Preschool Education,
e.v.klimenko@utmn.ru

Galina V. Nikitina²,

Cand. Sc., Deputy Head of the Center for Continuous Professional Development
of Teachers in Tobolsk,
hycc1@mail.ru

¹ University of Tyumen,

6, Volodarsky st., Tyumen, 625003, Russia.

² Tyumen Regional State Institute for the Development of Regional Education,

56, Soviet st., Tyumen, 625000, Russia.

The article summarizes the variety of resources for training future applicants for engineering specialties. The purpose of the article is to identify and systematize the existing potential of educational opportunities for the formation of initial professional skills in the younger generation. A variety of means for forming pre-professional competencies of a future engineer in the Russian Federation at the current stage is presented. The range of meaningful forms of such activity at different levels of education is shown, including preschool education, primary, basic, secondary school and the system of additional education. The introduction of the indicated approaches into the modern educational process contributes to the development of students' sustainable motivation to choose engineering professions.

Key words: pre-professional competence of an engineer, continuing engineering education, early vocational guidance, professional tests

REFERENCES

1. Korobcov A.S. Kachestvo inzhenerenogo obrazovaniya: lozungi i realnost [The quality of engineering education: slogans and reality]. *Engineering education*. 2020, no. 1 (27), pp. 27–36. In Russ.
2. Kotova N.V. *Stimulirovanie professionalnogo samoopredeleniya shkolnikov k inzhenernomu obrazovaniyu*. Avtoref. Cand. Diss. [Stimulating the professional self-determination of schoolchildren for engineering education. Author. Cand. Diss.]. Kazan, 2012. 25 p.
3. Kolontaevskaya I.F. Proforientacionnaya rabota so shkolnikami dlya postupleniya na inzhenerno-tekhnicheskie napravleniya podgotovki professionalnogo obrazovaniya [Vocational guidance work with schoolchildren for admission to engineering and technical areas of vocational education training]. *Koncept*. 2014, no. 11. ART 14319. Available at: <http://ekconcept.ru/2014/14319.html> (accessed: 11.01.2021)
4. Rudenko V.A., Golovko M.V., Ermolaeva N.V., Lobkovskaya N.I. Rannyya professionalnaya orientatsiya v sfere atomnoj energetiki kak faktor strategicheskogo razvitiya atomnoj otrasli [Early vocational guidance in the field of nuclear energy as a factor in the strategic development of the nuclear industry]. *Globalnaya yadernaya bezopasnost*. 2018, no. 4 (298), pp. 97–108.
5. Cheryomuhin P.S., Shumejko A.A. Mekhanizmy propedeutiki inzhenerenogo obrazovaniya cherez setevoe vzaimodejstvie organizacij doskolnogo, obshchego, vysshego i dopolnitelnogo obrazovaniya [Mechanisms of propaedeutics of engineering education through the network interaction of organizations of preschool, general, higher and additional education]. *Uspekhi sovremennoj nauki i obrazovaniya*. 2017, Vol. 2, no. 2, pp.143–149.
6. Sazonova Z.S., Chechetkina N.V. *Razvitie inzhenerenogo myshleniya – osnova povysheniya kachestva obrazovaniya* [The development of engineering thinking is the basis for improving the quality of education]. Moscow, MADI (GTU), 2007. 195 p.
7. Mustafina D.A., Rahmankulova G.A., Korotkova N.N. Model konkurentosposobnosti budushchego inzhenera-programmista [Model of the competitiveness of the future software engineer]. *Pedagogicheskie nauki*. 2010, no. 8, pp. 16–20. Available at: http://www.volpi.ru/files/vpf/vpf_membership/rakhmankulova/article_3.pdf (accessed: 01.02.2021).

8. Duma E.A., Kibaeva K.V., Mustafina D.A., Rahmankulova G.A., Rebro I.V. Urovni sformirovannosti inzhenernogo myshleniya [Levels of formation of engineering thinking]. *Uspekhi sovremennoy estestvoznaniya*. 2013, no. 10, pp. 143–144. Available at: <http://naturalsciences.ru/ru/article/view?id=33024> (accessed: 01.02.2021).
9. Zuev P.V., Koshcheeva E.S. Razvitiye inzhenernogo myshleniya uchashchihsya v processe obucheniya [Development of engineering thinking of students in the learning process]. *Pedagogicheskoye obrazovanie v Rossii*. 2016, no. 6, pp. 44–49. Available at: <http://journals.uspu.ru/attachments/article/1255/7.pdf> (accessed: 01.02.2021).
10. Echmaeva G. A., Malysheva E. N. Teoreticheskij aspekt formirovaniya inzhenernogo myshleniya shkolnikov [The theoretical aspect of the formation of engineering thinking in schoolchildren]. *Teoriya, praktika i perspektivy razvitiya sovremennoj shkoly*. By ed. A.Yu. Nagornova. Ulyanovsk, Zebra Publ., 2017, pp. 173–182.
11. Kozlova A.G. Formirovanie prestizha professii inzhenera v dopolnitelnom obrazovanii sovremennykh shkolnikov [Formation of the prestige of the engineering profession in the additional education of modern schoolchildren]. *Nizhegorodskoye obrazovanie*. 2017, no. 4, pp. 47–54.
12. *Ot ranney proforiyentatsii k vyboru professii inzhenera – Formirovaniye prestizha professii inzhenera u sovremennykh shkolnikov. Sb. statey II (VII) Vserossiyskoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem v ramkakh Peterburgskogo mezhdunarodnogo obrazovatel'nogo foruma* [From early career guidance to the choice of the engineering profession – Formation of the prestige of the engineering profession among modern schoolchildren. Collection of articles of the II (VII) All-Russian part-time scientific and practical conference with international participation in the framework of the St. Petersburg International Educational Forum]. By eds. Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Raskovalova V.L., Denisovoy V.G. SPb., Akademiya Vostokovedeniya, 2019. 216 p.
13. *Inzhener – sozidatel materialnogo mira budushchego – Formirovaniye prestizha professii inzhenera u sovremennykh shkolnikov. Sb. statey III (VIII) Vserossiyskoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem v ramkakh Peterburgskogo mezhdunarodnogo obrazovatel'nogo foruma Mezhdunarodnoy ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Engineer - the creator of the material world of the future – Formation of the prestige of the engineering profession among modern schoolchildren. Collection of articles of the III (VIII) All-Russian part-time scientific-practical conference with international participation in the framework of the St. Petersburg international educational forum of the International part-time scientific and practical conference]. By eds. Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Raskovalova V.L., Denisovoy V.G. SPb., Akademiya Vostokovedeniya, 2020. 378 p.
14. *Inzhenernoye obrazovaniye kak otvet na vyzovy obshchestva – Formirovaniye prestizha professii inzhenera u sovremennykh shkolnikov. Sb. statey IX Vserossiyskaya ochno-zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem v ramkakh Peterburgskogo mezhdunarodnogo obrazovatel'nogo foruma* [Engineering education as a response to the challenges of society - Formation of the prestige of the engineering profession among modern schoolchildren. Collection of articles of the IX All-Russian part-time scientific and practical conference with international participation in the framework of the St. Petersburg International Educational Forum]. By eds. Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Raskovalova V.L., Denisovoy V.G. SPb., Akademiya Vostokovedeniya, 2021. 349 p.
15. *Inzhenernaya aksiologiya. Opyt integratsii inzhenernogo i ekologicheskogo obrazovaniya. V pomoshch rabotnikam obrazovatelnykh organizatsiy po materialam Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Engineering axiology. Experience in integrating engineering and environmental education. To help employees of educational organizations based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference]. By eds. Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Denisovoy V.G. SPb., Taykun, 2018, Issue 5, 308 p.
16. *Inzhenernaya aksiologiya. Ot ranney proforiyentatsii k vyboru professii inzhenera. V pomoshch rabotnikam obrazovatelnykh organizatsiy* [Engineering axiology. From early career guidance to choosing an engineering profession. To help employees of educational organizations]. By eds. Denisovoy V.G., Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Khazovoy S.I. – SPb, Akademiya vostokovedeniya, 2019, Issue 6. 283 p.
17. *Inzhenernaya aksiologiya. V pomoshch rabotnikam obrazovatelnykh organizatsiy* [Engineering axiology. To help employees of educational organizations]. By eds. Denisovoy V.G., Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Khazovoy S.I. SPb., Akademiya vostokovedeniya, 2020, Issue 7, 291 p.
18. *Inzhenernaya aksiologiya. Opyt, formy i metody propedevtiki inzhenernogo obrazovaniya. V pomoshch rabotnikam obrazovatelnykh organizatsiy* [Engineering axiology. Experience, forms and methods of engineering education propaedeutics. To help employees of educational organizations]. By eds. Denisovoy V.G., Kozlovoy A.G., Kraynovoy L.V., Khazovoy S.I. SPb., Akademiya vostokovedeniya, 2021, Issue 8, 231 p.
19. Carter V.R. *Defining characteristics of an integrated STEM curriculum in K-12 education: diss. submitted for the degree of DPh in curriculum and instruction*. University of Arkansas, 2013. 162 p.

- Available at: <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1818&context=etd> (accessed: 05.02.2021).
20. TEAMS. Available at: <http://teams.tsaweb.org> (accessed: 05.02.2021).
 21. Monakhov I.A. Obrazovatelnyye praktiki tekhnicheskoy napravlenosti dlya podgotovki budushchikh inzhenerov v SShA [Educational practices of a technical orientation for the training of future engineers in the United States]. *Engineering Education*. 2017, no. 22, pp. 102–108.
 22. Minazova L.I. Osobennosti razvitiya inzhenernogo myshleniya detey doshkolnogo vozrasta [Features of the development of engineering thinking in preschool children]. *Molodoy uchenyy*. 2015, no. 17, pp. 545–548. Available at: <https://moluch.ru/archive/97/20543/> (accessed: 01.02.2021).
 23. Vylegzhanina I.V. Dovuzovskiy period podgotovki budushchikh inzhenerov v usloviyakh dopolnitel'nogo obrazovaniya detey [Pre-university period of training future engineers in conditions of additional education for children]. *Engineering Education*. 2017, no. 21, pp. 181–185.
 24. Volosovets T.V., Karpova Yu.V., Timofeyeva T.V. *Partsialnaya programma doshkolnogo obrazovaniya. Ot Frebelya do robota: rastim budushchikh inzhenerov* [Partial preschool education program. From Froebel to Robot: Raising Future Engineers]. Samara, Astrad, 2017. 78 p.
 25. Volosovets T.V., Markova V.A., Averin S.A. *STEM-obrazovaniye detey doshkolnogo i mladshogo shkolnogo vozrasta. Partsialnaya modulnaya programma razvitiya intellektualnykh sposobnostey v protsesse poznavatelnoy deyatel'nosti i vovlecheniya v nauchno-tekhnicheskoye tvorchestvo* [STEM education for preschool and primary school children. Partial modular program for the development of intellectual abilities in the process of cognitive activity and involvement in scientific and technical creativity]. Moscow, BINOM. Laboratoriya znaniy, 2019, 112 p.
 26. Markova V.A., Zhitnyakova N.Yu. «LEGO v detskom sadu» (*partsialnaya programma intellektualnogo i tvorcheskogo razvitiya doshkolnikov na osnove obrazovatelnykh resheniy LEGO EDUCATION*) [“LEGO in kindergarten” (a partial program for the intellectual and creative development of preschoolers based on LEGO EDUCATION educational solutions)]. Moscow, ELTI-KUDITS, 2015. 37 p.
 27. Rakova M.N. Sekrety kvantoriuma. Unikalnyy format organizatsii tekhnicheskogo tvorchestva detey [Secrets of Quantorium. a unique format for organizing technical creativity of children]. *Russkiy inzhener*. 2017, no. 4 (57), pp. 35–37.
 28. Sharova O.S., Ryabova G.L., Smirnova L.S. Innovatsionnyye napravleniya v realizatsii molodezhnoy politiki v Rossiyskoy Federatsii (na primere obrazovatelnoy programmy “Shkola predprinimatelstva VIB”) [Innovative directions in the implementation of youth policy in the Russian Federation (on the example of the educational program “School of Entrepreneurship VIB”)]. *Biznes. Nauka. Obrazovaniye: problemy, perspektivy, strategii: Materialy Rossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem*. Vologda, Vologodskiy institut biznesa, 2015, pp. 278–283.
 29. Zelentsova N.F., Zelentsova E.V., Zelentsov V.V. Profilnoye obucheniye kak osnova formirovaniya predprofessionalnykh kompetentsiy budushchikh inzhenerov [Zelentsova E.V., Zelentsov V.V. Profile training as the basis for the formation of pre-professional competencies of future engineers]. *Akademicheskiye chteniya po kosmonavtike, posvyashchennyye pamyati akademika S.P.Koroleva i drugikh vydayushchikhsya otechestvennykh uchenykh-pionerov osvoyeniya kosmicheskogo prostranstva*. RAN, «Roskosmos», MGTU im. N. E. Baumana, 2020, Vol. 2, pp. 22–24.
 30. Ambarova P.A., Nemirovskiy M.V. Novyye podkhody k professionalnoy oriyentatsii v shkole v usloviyakh izmenyayushchegosya mira professiy [New approaches to vocational guidance at school in the changing world of professions]. *Izvestiya Uralskogo federalnogo universiteta. Seriya 1. Problemy obrazovaniya, nauki i kultury*. 2020, no. 1 (195), pp. 188–199.

Received: 10.02.2021.

УДК 378.014

DOI 10.54835/18102883_2021_29_10

ХОЛИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Пушных Виктор Александрович,

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

АИОР (Томский филиал),
Россия, 634050 г. Томск, ул. Пирогова, 10б.

Качество инженерного образования является одним из ключевых элементов обеспечения научно-технического прогресса. В настоящее время предпринимается громадное количество попыток создания различных способов и систем оценки этого качества, однако ни одна из этих попыток до сих пор не стала успешной. Причиной этого может быть, в частности, отсутствие системного подхода к данной проблеме. В предлагаемой статье представлен холистический подход к оценке качества инженерного образования, позволяющий избежать этого недостатка. Данный подход не ограничивается оценкой знаний, умений и навыков выпускников инженерных вузов, как это делается большинством авторов систем оценок. Помимо знаний, умений и навыков этот подход рассматривает также методологическую культуру и социальную абилитацию выпускников. Показано, что в современных условиях роль преподавателя смешается от обучения к привитию выпускникам методологической культуры и созданию в вузах среды, обеспечивающих успешную социальную абилитацию выпускников. Предлагается создание в вузах педагогических школ – по аналогии с хорошо известными научными школами, осуществляющих подготовку преподавателей к новой роли. В статье отмечается также особая роль корпоративной культуры вуза, как в подготовке преподавателей, так и в обеспечении успешной социальной абилитации выпускников. Для создания комплексной системной оценки качества инженерного образования предлагается использовать современные методы прикладного системного анализа, хорошо зарекомендовавшие себя при решении самых сложных проблем.

Ключевые слова: качество инженерного образования, холистический подход, системный анализ, роль преподавателя вуза.

*Не всё хорошее можно измерить
и не всё, что можно измерить, хорошо.
А. Эйнштейн*

*Никто еще не стал выше от того,
что его рост измеряли.
Английская пословица*

Оценка, а иногда говорят и об измерении, качества инженерного образования является весьма актуальным вопросом. Поискковая программа Google на запрос: «Что такое качество высшего инженерного образования?» выдает 14 миллионов ссылок. Даже если учесть, что многие ссылки могут повторяться или быть перекрестными, количество информации по этому вопросу столь велико, что сделать её обзор или найти в этом массиве интересующие специалиста вещи весьма проблематично, если вообще возможно.

Диапазон мнений о качестве инженерного образования в России очень широк: от системного кризиса до одного из лучших в мире [1, 2]. При этом сторонники каждой из крайних точек зрения приводят убедитель-

ные, на их взгляд, аргументы в пользу своих позиций. Сторонники того мнения, что инженерное образование в России находится в системном кризисе, предлагают посмотреть на автомобили, бытовые приборы, медицинское оборудование и тому подобные вещи, которыми мы пользуемся. Подавляющее большинство этих вещей спроектировано и изготовлено за пределами России. Отсюда делается вывод о том, что российские инженеры неспособны ни проектировать современные вещи, ни организовывать их производство, а причиной этого является именно низкое качество инженерного образования в России. Сторонники того мнения, что российское инженерное образование является одним из лучших в мире, обычно приводят для доказа-

тельства своей позиции наши достижения в освоении космоса и нашу военную технику. Кроме того, широко известен тот факт, что многие вещи, пришедшие к нам с Запада, изобретены и спроектированы именно русскими специалистами, получившими инженерное образование в России и выехавшими в разное время и по разным причинам за рубеж. Очевидно, что аргументы обеих сторон являются, скорее, эмоциональными, чем научными. Поэтому в самых разных слоях общества возникает стремление создать какую-то объективную систему оценки, а ещё лучше измерения, качества образования. Однако на пути создания системы существуют два серьезных затруднения.

Первое затруднение состоит в множественности целей образования. Если с самой общей целью образования – изменением человека – согласны все, то на уровне конкретизации этой общей цели у каждого заинтересованного лица (стейкхолдера) появляются собственные цели. А стейкхолдеров у образования очень много. Это Министерство науки и высшего образования России, администрации вузов, преподаватели вузов, студенты, родители студентов, бизнес (работодатели), общество в целом, региональные сообщества и многие другие. Согласование целей столь большого числа разнообразных стейкхолдеров является чрезвычайно сложным, и этим согласованием никто не занимается. Поэтому каждый стейкхолдер в меру своих сил и возможностей пытается навязать системе инженерного образования собственные цели в качестве главных. В результате такой борьбы к настоящему времени сложились две наиболее распространенных точки зрения на инженерное образование. Согласно первой точке зрения высшее инженерное образование это отрасль экономики, подобная производству машин, продуктов питания и других товаров. Вторая точка зрения состоит в том, что образование это общественное благо, к которому рыночные подходы неприменимы вообще или применимы в очень небольшой степени.

В соответствии с первой точкой зрения инженерное образование сводится к подготовке «деталей» для экономической машины. Чтобы любая такая деталь наилучшим образом соответствовала своему назначению (приносила прибыль), её нужно правильно спроектировать (выбрать правильные исходные параметры), правильно изготовить (исключить избы-

точные, лишние с позиций экономического предназначения характеристики и возможности), правильно использовать (поставить на то место, для которого она изготовлена), а в случае износа или поломки заменить на такую же новую или исправную деталь. При этом результаты работы университетов загоняются в узкие рамки экономического понятия эффективности, т. е. увеличения объема производимого продукта при уменьшении издержек производства, а сами университеты превращаются в коммерческие структуры – фабрики и «образовательные супермаркеты» [3, 4]. В этом случае главным стейкхолдером становится бизнес, а качество образования определяется как степень, в которой этот продукт или услуга удовлетворяют требованиям потребителя.

Но тогда возникает два вопроса.

Первый – «Можно ли приравнять образование к обычным рыночным продуктам и услугам?»

Если на этот вопрос мы отвечаем отрицательно, то тогда вышеприведенное определение качества непригодно для образования. Если же ответ положительный, то возникает второй вопрос – «Кто потребитель?» С ответом на этот вопрос было много проблем при внедрении в вузах всеобщего менеджмента качества. Обычно потребителем считается тот, кто платит за продукт или услугу, или тот, кто ими непосредственно пользуется. За инженерное образование платит государство в лице правительства и Министерства науки и высшего образования. Но они самостоятельно не пользуются выпускниками или пользуются в крайне ограниченной степени. Поэтому правительство – один из стейкхолдеров – опираясь на какие-то свои собственные соображения, задает вопрос о качестве образования другому стейкхолдеру – бизнесу и транслирует ответы в университеты. При этом мнения остальных стейкхолдеров о качестве образования практически не учитываются. Получается коллизия – государство платит за продукт, но им не пользуется, а бизнес не платит, но пользуется и может диктовать требования к качеству образования, которые могут быть не согласованы с требованиями всех прочих стейкхолдеров. Соответственно, для оценки качества образования бизнесом навязываются исключительно экономические критерии, например, начальная зарплата молодых специалистов, как это принято в США.

Если образование рассматривается как общественное благо, то основной его целью становится подготовка ответственных и достойных членов общества, действующих адекватно целям общества во всех сферах его существования, в том числе и в экономике.

Это не отрицает важности участия выпускников вузов в экономических процессах, но не позволяет считать экономические критерии качества образования единственно верными. Такой взгляд основан на холистическом системном подходе к образованию [5–7]. В рамках этого подхода система рассматривается как часть большей системы, а поведение системы определяется её функцией в этой большей системе. Очевидно, что для системы высшего образования такой большей системой является как социотехническая система конкретной страны, так и всё человечество в целом. При таком подходе Акофф и Гринберг [5] формулируют функцию системы образования вообще как «...способ создания у людей способности к устойчивой и эффективной жизни, получение удовольствия от процесса обучения и к внесению вклада в развитие общества, частью которого они являются». Соответственно высшее инженерное образование выполняет эту функцию применительно к сфере инженерной деятельности, или инженерного дела, а характеристики человека как элемента экономической системы становятся только частью более широкого набора свойств.

Отсутствие в современной России холистического подхода к инженерному образованию является вторым серьезным затруднением при попытках создания системы оценки или измерения его качества. Упомянутая выше множественность целей образования вытекает именно из отсутствия холистического подхода к инженерному образованию. П. Друкер, которого называют отцом современного менеджмента, писал, что мы живем в один из таких исторических периодов времени, которые случаются один раз в двести или триста лет, когда люди перестают ориентироваться в том, что происходит вокруг, и когда прошлый опыт не позволяет адекватно оценить будущее. Согласно расчётам американского философа и инженера Б. Фуллера до 1900 года человеческие знания удваивались каждые 100 лет, с 1945 года они удваиваются каждые 25 лет, сегодня – каждые 13 месяцев [3]. Эксперты компании IBM утверждают, что в ближайшее

время это будет происходить дважды в сутки (при этом нужно не забывать о существовании фундаментальных (медленных) и прикладных (быстрых) знаний). Поэтому при подготовке современного инженера далеко недостаточно дать ему только знания, умения и навыки в сфере его будущей непосредственной инженерной деятельности, а также умение учиться. С учётом того, что прогресс человечества не тождественен прогрессу техники и технологий, система образования должна привить инженеру набор качеств, значительно превышающих сферу технической деятельности

Реализация холистического подхода к инженерному образованию, позволяющая привить инженеру необходимый в современных условиях набор качеств, может быть описана схемой, предложенной проф. Б.Л. Аграновичем и представленной на рис. 1 [8].

В соответствии с этой схемой инженерное образование включает в себя три контура – обучение, образование и абилитацию. Следовательно, полная оценка качества инженерного образования представляет собой комплексную оценку результатов всех трех контуров. Если определить качество как степень достижения цели, установленной для каждого контура, то оценку качества нужно начинать именно с формулировки целей. При этом важно иметь в виду, что чем сложнее и многословнее сформулирована цель, тем труднее охарактеризовать степень её достижения.

Цель первого контура – обучения – можно сформулировать как усвоение студентами системы знаний и навыков в соответствии с выбранной специальностью. И когда речь заходит об инженерном образовании, то чаще всего имеется в виду именно этот и только этот контур и только эта цель. Поэтому подавляющее большинство систем оценки качества инженерного образования направлено на измерение количества и качества знаний, полученных студентами в процессе обучения.

Однако при современном развитии компьютерной техники и информационных технологий оценка количества и качества знаний, усвоенных выпускниками, уже не характеризует их способность адекватно удовлетворять потребностям общества. Действительно, компьютер способен запомнить намного больше знаний, чем любой человек, а современное программное обеспечение позволяет применять эти знания для решения всё большего

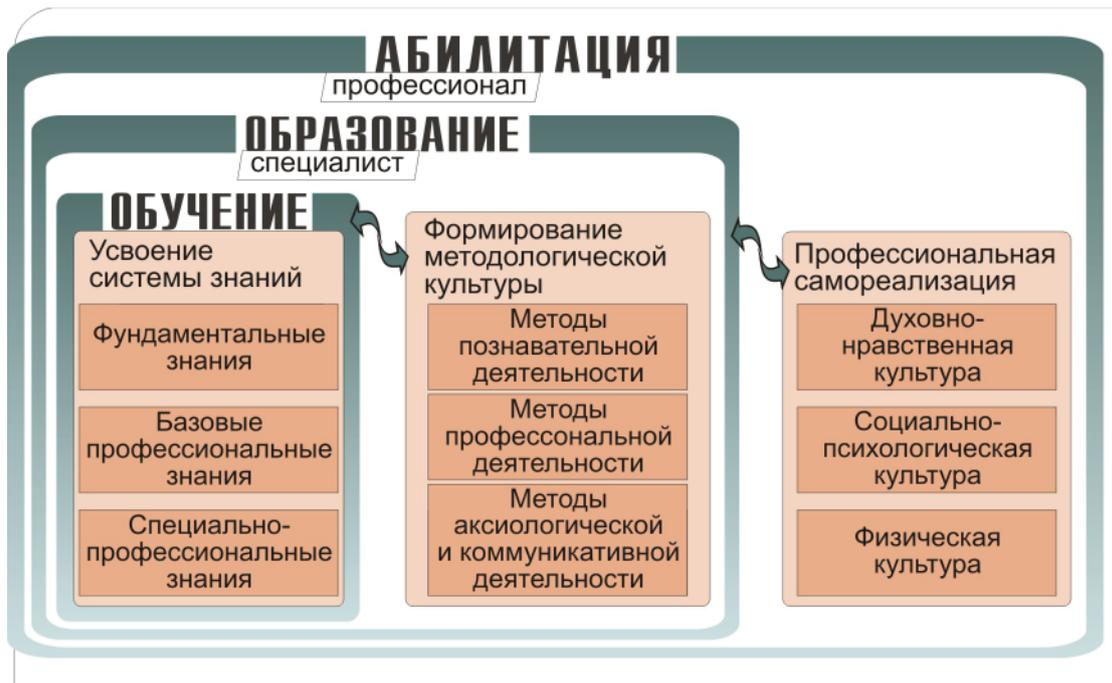


Рис. 1. Схема холистического подхода к инженерному образованию [8]

Fig. 1. Holistic approach to engineering education (outline) [8]

количества инженерных задач. Здесь достаточно упомянуть геоинформационные системы, системы автоматизированного конструирования, системы автоматизированного проектирования технологических процессов в различных отраслях индустрии, системы автоматизированной обработки больших массивов данных и т.п. В этих, как и во многих других сферах деятельности, человек уже не может конкурировать с компьютером. И число этих сфер постоянно увеличивается. Из этого обстоятельства иногда делается неправильный вывод о том, что студента нужно учить не столько знаниям и навыкам, сколько умению находить нужные знания и, соответственно, именно это умение оценивать и измерять. Однако в современной инженерной деятельности в силу чрезвычайного усложнения техники и технологий могут возникать и, как показывает опыт, возникают ситуации, когда у инженера нет времени и возможности на поиск нужных ему знаний. Например, аварийная ситуация на борту летящего самолета вследствие выхода из строя каких-то его узлов, или возникновение и лавинообразное нарастание нештатной ситуации в атомном реакторе и т. п.

Следует отметить, что в последнее время в рамках компетентностного подхода интенсивно предпринимаются попытки учитывать при оценке инженерного образования не только

приобретенные знания, но и умение и навыки их применения на практике, то есть владение методами профессиональной деятельности, которое относится ко второму контуру – образованию [9].

Второй контур – образование – предполагает, что помимо знаний, полученных в процессе обучения, выпускник системы высшего инженерного образования обладает определенной методологической культурой.

Владение методами профессиональной деятельности, то есть умением применять знания на практике, не может считаться основной частью методологической культуры, поскольку достаточно часто компьютеры умеют применять знания не хуже человека, а совершенствуются в этом умении быстрее человека.

В таком случае на первый план в методологической культуре выходят методы познавательной, аксиологической и коммуникативной деятельности.

Рассматривая методы познавательной деятельности важно отметить, что они включают в себя не только умения находить нужные знания и информацию, но и умения оценить найденное с позиций научной картины мира, сопоставить друг с другом знания из разных сфер деятельности, использовать синергетичность междисциплинарного подхода и т.п. Однако способов даже приблизительной оценки

и измерения этих умений не существует, тем более, что очень часто преподаватели вузов не только не могут научить этому студентов, но и сами не умеют этого делать. Всё вышесказанное в полной мере относится и к аксиологической деятельности, которой уделяется еще меньше внимания, чем познавательной.

Дополнительная трудность здесь состоит в том, что при обучении познавательной и аксиологической деятельности становятся малоэффективными традиционные формы проведения занятий в вузах – лекции, семинары и т. п. Такое обучение возможно лишь при совместной работе студентов с преподавателями над решением различного рода задач профессиональной деятельности. А это, в свою очередь, предъявляет особые требования к компетенциям преподавателя.

При этом, прежде всего, важно посмотреть на то, как тот или иной человек становится преподавателем инженерного вуза. Типичная схема этого процесса выглядит следующим образом. Студент заинтересовался научной работой, пришел на кафедру и включился в научные исследования. Затем он защитил дипломную работу и был оставлен на кафедре для подготовки кандидатской диссертации. При этом ему поручается и преподавательская деятельность. Как он её осуществляет? Как он учит студентов? А учит он их так, как учили его. Конечно, он слушает в магистратуре или аспирантуре какие-то курсы по педагогике и психологии, но быстро и прочно их забывает, поскольку они далеки от его сегодняшних насущных задач. Поэтому он в той или иной степени копирует деятельность тех своих преподавателей, которые ему понравились, которые были близки ему по своему эмоциональному состоянию, взглядам на жизнь и другим факторам. Постепенно он набирается опыта, у него вырабатывается свой стиль преподавания, но в основе все равно лежит опыт наставников. Отсюда следует, что для подготовки хороших преподавателей чрезвычайно важным является создание и развитие педагогических школ по аналогии с научными школами. Такие школы будут являться гарантами качества преподавания.

Преподавателя невозможно собрать из отдельных компетенций подобно тому, как мы собираем машину из отдельных деталей. Процесс создания высококлассного преподавателя может быть уподоблен выращиванию дерева из маленького саженца, погруженного

в благоприятную для него среду, в которой его заботливо поливают, удобряют, защищают от непогоды и, вместе с тем, приучают к трудностям, воспитывают выносливость. А педагогическая школа, как раз, и может стать таким коллективным «садовником».

Если в вузе удастся создать педагогические школы и благоприятную среду, то в нем будет обеспечен педагогический процесс, в котором оценка компетенций преподавателя служит одним из измерительных инструментов, помогающих улучшить этот процесс, но не более того. Если же создание педагогических школ и соответствующей среды не получается, тогда оценка компетенций преподавателя превращается в очередную самодовлеющую формальность, ненавидимую преподавателями.

Внутренней средой вуза способствующей или препятствующей процессу «выращивания» высококлассных преподавателей является корпоративная культура вуза.

С другой стороны, именно эта культура служит основным инструментом деятельности третьего контура – профессиональной самореализации. Если во втором контуре традиционные методы преподавания становятся малоэффективными, то в третьем контуре они просто неприменимы. Духовно-нравственная и социально-психологическая культуры, впрочем, и физическая культура (здоровый образ жизни) тоже, не могут появиться у студентов в результате прослушивания лекция и участия в семинарах. Именно среда, в которой студент находится в течение срока своего обучения, – корпоративная культура вуза – формирует основы его профессиональной самореализации, делает его ответственным и достойным членом общества. Как справедливо отметил один журналист «...даже то, как профессор посмотрел вслед проходящей девушке, тоже является важным социализирующим опытом для его учеников» [10].

Таким образом, корпоративная культура вуза имеет важнейшее значение, ибо она, с одной стороны, может способствовать воспроизводству лучших образцов преподавательского состава вузов преподавателей, а с другой стороны, создавать предпосылки для эффективной профессиональной самореализации выпускников.

Однако корпоративная культура может быть разной. Может случиться и так, что сложившаяся в вузе корпоративная культура

поощряет не самых эффективных преподавателей, или прививает студентам нормы и правила, не позволяющие им эффективно работать после окончания университета, стать ответственными и достойными членами общества.

Поэтому не случайно, что вопросам построения и развития корпоративной культуры университетов в настоящее время уделяется всё больше внимания [3, 11–19]. Указанные источники далеко не исчерпывают перечень работ, посвященных корпоративной культуре университетов, но в этих источниках можно найти значительное количество ссылок на публикации по этому вопросу.

Возвращаясь к вопросу оценки качества инженерного образования можно отметить, что если для оценки этого качества на уровне первого контура сделано достаточно много, то оценка качества образования на уровне второго и, особенно, третьего контуров это в настоящее время, по существу, terra incognita. Именно такое отсутствие системной холистической оценки качества образования приводит к недовольству практически всех стейкхолдеров высшего образования в России, а появление всё новых работ по оценке каче-

ства образования на уровне первого контура в принципе неспособно устранить это недовольство.

В то же время существуют проверенные на практике методы разработки такой системной холистической оценки [6, 7]. Эти методы позволяют найти решение проблемы, называемое «улучшающим вмешательством» [7], под которым понимается такое решение, которое положительно оценивается хотя бы одним стейкхолдером и неотрицательно – всеми остальными. Это не обязательно самое лучшее решение по всем критериям, но оно позволяет исключить недовольство стейкхолдеров. При выработке улучшающего вмешательства важно, чтобы в этом процессе принимали участие все заинтересованные стороны. А поскольку, как указывалось выше, у инженерного образования таких стейкхолдеров очень много, необходимо, чтобы какая-либо государственная или общественная структура, в наибольшей степени заинтересованная в повышении качества инженерного образования, взяла на себя инициативу по привлечению всех заинтересованных сторон к решению этой проблемы с применением современных методов, описанных в [6, 7].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Похолков Ю.П., Рожкова С.В., Толкачева К.К. Уровень подготовки инженеров России. Оценка, проблемы и пути решения // Проблемы управления в социальных системах. – 2012. – Т. 4. – Вып. 7. – С. 6–14.
2. Иванова В.С., Макиенко М.А., Мартюшев Н.В., Погукаева Н.В., Пушных В.А., Стрельцова А.А., Стрижак П.А., Халиулина В.Р., Чмыхало А.Ю. Концептуализация российского инженерного образования будущего: профессиональные и социокультурные основания. – Томск: STT, 2017. – 316 с.
3. Галажинский Э.В. Слово – ректору: Управленческие практики, деловые поездки, интервью и диалоги. – Томск: Издательский дом Томского государственного университета, 2018. – 390 с.
4. Коллини С. Зачем нужны университеты? – М.: Изд. дом Высшей школы экономики. 2016. – 264 с.
5. Акофф Р., Гринберг Д. Преобразование образования. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2009. – 196 с.
6. Джексон М.С. Системное мышление: творческий холизм для менеджеров. – Томск: Изд. Дом Том. гос. ун-та, 2016. – 404 с.
7. Тарасенко Ф.П. Прикладной системный анализ. – М.: КНОРУС. 2010. – 224 с.
8. Исследование проблем и путей становления и развития академических инновационных университетов в России. Отчёт о НИР // АИОР. – 2003. URL: <http://aeer.ru/winn/syezd.phtml> (дата обращения 17.01.2021).
9. Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 27–36.
10. Тарасевич Г. Школа завтра не нужна: Каким будет высшее и среднее образование через 20 лет // Русский репортер. – 2013. – № 34 (312).
11. Пушных В.А., Гулиус Н.С., Яткина Е.Ю. Влияние корпоративной культуры на результаты деятельности университетов в проекте “5-100” // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 7. – С. 32–40.
12. Пушных В.А. Сравнение восприятия организационной культуры университета преподавателями и студентами // Университетское управление: практика и анализ. – 2019. – № 1–2 (23). – С. 122–131.
13. Пушных В.А. Геном университета // Университетское управление: практика и анализ. – 2016. – № 103 (3). – С. 23–31.

14. Томилин О.Б., Фадеева И.М., Томилин О.О., Ключев А.К. Организационная культура российских университетов: ожидания и реалии // Высшее образование в России. – 2018. – № 1 (219). – С. 96–107.
15. Томилин О.Б., Ключев А.К. «Чёрные лебеди» организационного дизайна российских университетов // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 8–9. – С. 44–55.
16. Гулиус Н.С., Юрина Е.А. Трансформация корпоративной культуры университета: социологические и лингвистические методы диагностики // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 106–122.
17. Dębski M., Cieciora M., Pietrzak P., Woźkunow W. Organizational culture in public and non-public higher education institutions in Poland: A study based on Cameron and Quinn's model // *Human Systems Management*. – 2020. – № 39. – P. 345–355.
18. Мкртычан Г.А., Петрова О.В. Проблемы диагностики организационной культуры инновационного университета // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2012. – № 6(1). – С. 22–27.
19. Томилин О.Б., Фадеева И.М., Томилин О.О. Динамика изменений организационной культуры российских университетов // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 2. – С. 92–106.

Дата поступления: 14.03.2021.

UDC 378.014

DOI 10.54835/18102883_2021_29_10

HOLISTIC APPROACH TO THE ENGINEERING EDUCATION QUALITY

Victor A. Pushnykh,

Cand. Sci., Assoc. Prof., RAEE expert,
pushnykh@tpu.ru

RAEE,
10b, Pirogova Str., Tomsk, 634050, Russia.

Engineering education quality may be considered as one of the key elements providing the scientific-and-technological advance. Nowadays one can see a lot of attempts of creation of various methods and systems for evaluation of this quality but no one of them attains success. In particular, a lack of the system approach to this issue can be treated as a reason of this failure. The proposed article demonstrates a holistic approach to evaluation of the engineering education quality which allows avoiding the mentioned lack. This approach is not confined itself to the evaluation of knowledge and skills of engineering university graduates as it has been done by the majority of existing quality evaluation systems. Besides knowledge and skills this approach takes into account methodological culture and habilitation of the graduates. It is shown that in the modern conditions the main role of a university teacher is being moved from ordinary teaching to cultivation of methodological culture of graduates as well as to creation and development within a university a specific environment providing successful habilitation of graduates. It is proposed to create at a university a 'teacher school' – by analogy with well known scientific schools – which will train and adapt university teachers to this new role. Also, the very important role of the university corporate culture both in training of university teachers and in providing of successful habilitation of students is underlined in the article. It is recommended applying the modern methodology of applied system analysis for creation of systemic evaluation of engineering education quality because this methodology has shown the excellent results by solving very complicated tasks.

Key words: engineering education quality, holistic approach, system analysis, university teacher role.

REFERENCES

1. Pokholkov Yu.P., Rozhkova S.V., Tolkacheva K.K. Uroven podgotovki inzhenerov Rossii. Otsenka, problemy i puti resheniya [The level of training of engineers in Russia. Assessment, problems and solutions]. *Problemy upravleniya v sotsialnykh sistemakh*. 2012, Vol. 4, Issue 7, pp. 6–14.
2. Ivanova V.S., Makiyenko M.A., Martyshev N.V., Pogukayeva N.V., Pushnykh V.A., Streltsova A.A., Strizhak P.A., Khaliulina V.R., Chmykhalo A.Yu. *Kontseptualizatsiya rossiyskogo inzhenernogo obrazovaniya budushchego: professionalnyye i sotsiokulturnyye osnovaniya* [Conceptualization of Russian Engineering Education of the Future: Professional and Sociocultural Foundations]. Tomsk, STT, 2017. 316 p.
3. Galazhinskiy E.V. *Slovo – rektoru: Upravlencheskiye praktiki, delovyye poyezdki, intervyyu i dialogi* [The floor is given to the rector: Management practices, business trips, interviews and dialogues]. Tomsk, TSU Publ., 2018. 390 p.
4. Kollini S. *Zachem nuzhny universitety?* [Why are universities needed?]. Moscow, HShE Publ., 2016. 264 p.
5. Akoff R., Grinberg D. *Preobrazovaniye obrazovaniya* [Transformation of education]. Tomsk, TSU Publ., 2009. 196 p.
6. Dzhekson M.S. *Sistemnoye myshleniye: tvorcheskiy kholizm dlya menedzherov* [Systems Thinking: Creative Holism for Managers]. Tomsk, TSU Publ., 2016. 404 p.
7. Tarasenko F.P. *Prikladnoy sistemnyy analiz* [Applied system analysis]. Moscow, KNORUS, 2010. 224 p.
8. Issledovaniye problem i putey stanovleniya i razvitiya akademicheskikh innovatsionnykh universitetov v Rossii. Otchet o NIR [Research of problems and ways of formation and development of academic innovative universities in Russia. Research report]. *AEER*. 2003. Available at: <http://aeer.ru/winn/syезд.phtml> (accessed: 17.01.2021).
9. Korobtsov A.S. Kachestvo inzhenernogo obrazovaniya: lozungi i realnost [The quality of engineering education: slogans and reality]. *Engineering education*. 2020, no. 27, pp. 27–36. In Russ.
10. Tarasevich G. Shkola zavtra ne nuzhna: Kakim budet vyssheye i sredneye obrazovaniye cherez 20 let [School is not needed tomorrow: What will be higher and secondary education in 20 years]. *Russkiy reporter*. 2013, no. 34 (312).
11. Pushnykh V.A., Gulius N.S., Yatkina E.Yu. Vliyaniye korporativnoy kultury na rezultaty deyatelnosti universitetov v projekte "5-100" [The influence of corporate culture on the performance of universities in the project "5-100"]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2021, Vol. 30, no. 7, pp. 32–40.

12. Pushnykh V.A. Sravneniye vospriyatiya organizatsionnoy kultury universiteta преподаvatel'nyami i studentami [Comparison of the perception of the organizational culture of the university by teachers and students]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2019, № 1–2 (23), pp. 122–131.
13. Pushnykh V.A. Genom universiteta [University genome]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2016, no. 103 (3), pp. 23–31.
14. Tomilin O.B., Fadeyeva I.M., Tomilin O.O., Klyuyev A.K. Organizatsionnaya kultura rossiyskikh universitetov: ozhidaniya i realii [Organizational culture of Russian universities: expectations and realities]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2018, no. 1 (219), pp. 96–107.
15. Tomilin O.B., Klyuyev A.K. «Chornyye lebedi» organizatsionnogo dizayna rossiyskikh universitetov [“Black Swans” of the organizational design of Russian universities]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2021, Vol. 30, no. 8–9, pp. 44–55.
16. Gulius N.S., Yurina E.A. Transformatsiya korporativnoy kultury universiteta: sotsiologicheskiye i lingvisticheskiye metody diagnostiki [Transformation of the corporate culture of the university: sociological and linguistic methods of diagnosis]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2017, Vol. 21, no. 2, pp. 106–122.
17. Dębski M., Cieciora M., Pietrzak P., Bożkunow W. Organizational culture in public and non-public higher education institutions in Poland: A study based on Cameron and Quinn’s model. *Human Systems Management*. 2020, no. 39, pp. 345–355.
18. Mkrtychan G.A., Petrova O.V. Problemy diagnostiki organizatsionnoy kul'tury innovatsionnogo universiteta [Problems of diagnostics of the organizational culture of an innovative university]. *Vestnik Nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo*. 2012, no. 6 (1), pp. 22–27.
19. Tomilin O.B., Fadeyeva I.M., Tomilin O.O. Dinamika izmeneniy organizatsionnoy kultury rossiyskikh universitetov [Dynamics of changes in the organizational culture of Russian universities]. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz*. 2017, Vol. 21, no. 2, pp. 92–106.

Received: 14.03.2021.

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

© 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. 13,26. Уч.-изд. л. 11,99.
Заказ 241-21. Тираж 100 экз.



Издательство

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ