

ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ



ISSN-2588-0306

**30'2021**



ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ



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

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

**30'2021**

## 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 (Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» – 39921

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

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

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

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

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

Окончательное решение по публикации статьи принимает главный редактор журнала.

Все материалы размещаются в журнале на бесплатной основе.

Журнал издается два раза в год.

THE JOURNAL ASSOCIATION FOR ENGINEERING EDUCATION OF RUSSIA



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

# ENGINEERING EDUCATION

**30'2021**

## 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)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ISSN (print) – 1810-2883

ISSN (on-line) – 2588-0306

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

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

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

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

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

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

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

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



Содержание	Contents
<p><b>ИДЕАЛЬНЫЙ КЕЙС: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ</b> Лихолетов В.В.</p>	<p><b>7 IDEAL CASE: SEARCH FOR EFFECTIVE DIDACTIC TOOLS FOR SYSTEMIC TRAINING OF FUTURE ENGINEERS</b> Likholetov V.V.</p>
<p><b>ИНЖЕНЕРНЫЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ: ИССЛЕДОВАТЬ, ПРОЕКТИРОВАТЬ, УПРАВЛЯТЬ</b> Соловьев В.П., Перескокova Т.А.</p>	<p><b>30 ENGINEERING COMPETENCIES: RESEARCH, DESIGN, MANAGE</b> Solovyev V.P., Pereskokova T.A.</p>
<p><b>К ВОПРОСАМ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ</b> Полицинский Е.В.</p>	<p><b>43 ON THE ISSUES OF CONTINUOUS TECHNOLOGICAL EDUCATION</b> Politsinsky E.V.</p>
<p><b>КОНЦЕПЦИЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ «ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ В ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ» В КАЗАНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ</b> Ахтямова С.С., Ярошевская Х.М., Сафиуллина Т.Р., Стоянов О.В., Султанова Д.Ш., Казаков Ю.М.</p>	<p><b>50 CONCEPT OF BACHELOR'S DEGREE TRAINING IN DIGITAL ENGINEERING FOR POLYMER TECHNOLOGY AND TREATMENT AT KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY</b> Akhtyamova S.S., Yaroshevskaya Kh.M., Safiullina T.R., Stoyanov O.V., Sultanova D.Sh., Kazakov Yu.M.</p>
<p><b>ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ: DATA SCIENCE</b> Хайруллина Э.Р.</p>	<p><b>61 DATA SCIENCE AS A TOOL FOR EDUCATIONAL PROCESS DEVELOPMENT</b> Khairullina E.R.</p>
<p><b>ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ЭЛЕКТРО-РАДИОИЗМЕРЕНИЯМ</b> Красивская М.И., Юрин А.И., Гаспарян А.О., Дубильер Я.А., Заволова Н.Б., Сергеев К.А., Денисенко С.А.</p>	<p><b>67 VIRTUAL LABORATORY FOR ELECTROA RADIO MEASUREMENTS</b> Krasivskaya M.I., Yurin A.I., Gasparyan A.O., Dubilyer Ya.A. Zavyalova N.B., Sergeenko K.A., Denisenko S.A.</p>
<p><b>ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ КРУЖКОВОГО ДВИЖЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ</b> Мерзлякова Д.Р.</p>	<p><b>77 PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR INCLUDING THE CLUB MOVEMENT OF THE NATIONAL TECHNOLOGICAL INITIATIVE INTO EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN</b> Merzlyakova D.R.</p>

- |  |                  |   |
|--|------------------|---|
| <p><b>О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМ<br/>УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ<br/>(НА ПРИМЕРЕ ВКТУ<br/>ИМ. Д. СЕРИКБАЕВА)</b><br/>Шаймарданов Ж.К., Рахметуллина С.Ж.,<br/>Сурова Д.С.</p> | <p><b>86</b></p> | <p><b>IMPROVEMENT OF HIGHER EDUCATIONAL<br/>MANAGEMENT SYSTEMS<br/>(FROM THE EXPERIENCE<br/>OF D. SERIKBAYEV EKTU)</b><br/>Shaimardanov Zh.K., Rakhmetullina S.Zh.,<br/>Surova D.S.</p> |
| <p><b>ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ РОССИИ:<br/>ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ<br/>РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ<br/>В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ</b><br/>Похолков Ю.П.</p>           | <p><b>96</b></p> | <p><b>ENGINEERING EDUCATION IN RUSSIA:<br/>PROBLEMS AND SOLUTIONS. THE CONCEPT<br/>OF DEVELOPMENT OF ENGINEERING<br/>EDUCATION IN MODERN CONDITIONS</b><br/>Pokholkov Yu.P.</p>         |

УДК 165+37+62

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_1

## ИДЕАЛЬНЫЙ КЕЙС: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ДИДАКТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ СИСТЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ

**Лихолетов Валерий Владимирович,**

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

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

Обсуждается проблема наращивания системности подготовки будущих инженеров, приводятся результаты поиска эффективных дидактических средств для достижения цели. Дается обзор развития кейс-метода и трудностей его применения в сфере инженерной подготовки. Выдвинута гипотеза о пригодности использования ансамблей комплементарных пословиц и сжатых изобретательских ситуаций с противоречиями в качестве основы конструирования эффективных кейсов для системной подготовки будущих инженеров. Сформулирован в форме противоречий спектр требований к признакам «идеального» кейса. Произведена попытка раскрытия структуры и потенциала системы перспективных кейсов для решения проблемы гуманизации и фундаментализации инженерной подготовки.

**Цель** – поиск подходов и эффективных дидактических средств для повышения системной подготовки будущих инженеров. **Новизна.** Предлагается строить эффективные кейсы для системной подготовки будущих инженеров на основе систем комплементарных пар пословиц и базовых инструментов теории решения изобретательских задач. **Методология и методы исследования:** системный и диалектический подходы; закон жизненного цикла и общие законы организации, функционирования и развития систем; формальная и диалектическая логики; принципы дидактики и концепции развивающего обучения; концепция встречного трансфера естественно-научных и гуманитарных знаний; методы аналогии и идеализации; инструментарий теории решения изобретательских задач; метод анализа ситуаций (кейс-метод); наработки по теории опережающего отражения действительности П.К. Анохина; методы рефлексии и эмпатии. **Результаты.** Сформирован в виде противоречий образ идеального кейса. Выявлена перспективность конструирования системы кейсов, раскрывающих обучающимся тайны процесса изобретательского творчества и отражающих эффективность инструментов теории решения изобретательских задач при решении реальных производственных проблем. Осмыслена возможность поэтапного использования огромного функционального потенциала пословиц для целей создания перспективных инженерных кейсов. Показано, что системы пословиц (их комплементарные пары, как би-системы) глубоко и образно описывают на языке предельной ясности абсолютно все фазы полного жизненного цикла технических систем: от их замысла и проектирования до утилизации (включая расчеты прочности узлов, жесткости и устойчивости элементов конструкций, установление правильных соотношений твердости и других свойств материалов и проч.). Предложенная система перспективных кейсов дидактически корректна, соответствует идеям развивающего обучения и ориентирована на повышение качества инженерного образования в стране.

**Ключевые слова:** аналогия в познании, инженерное дело и инженерное образование, творчество и системность мышления, кейс-метод, рефлексия и эмпатия, пословицы и сказки, гуманизация и интеллектуализация обучения.

### Введение

Современная инженерия охватывает не только отношения «человек–техника» в обычно понимаемой техносфере, но и «человек–человек» в экономико-управленческой сфере, «человек–знак» в инфосфере, «человек–природа» во всех аква-, био-, гео-, литосферах и космосе. Поэтому интеллектуализация и наращивание уровня системного мышления – императив подготовки будущих инженеров [1].

Огромная часть человеческой деятельности базируется на феномене подобия или аналогии. В социуме невозможно представить

процесс развития человеческой цивилизации без понимания роли пассионарных личностей (по Л.Н. Гумилеву) и ориентации людей на яркие примеры национальных героев. Инженерная деятельность, особенно в сфере проектирования и конструирования, в принципе, немыслима без опоры на проверенные жизнью (авариями и смертью многих людей) типовые, унифицированные решения. В сфере изобретательства, цель которого – создание новых конструкций, технологий, веществ и биологических объектов, нельзя обойтись без анализа поля известных решений с последующим выбором из них прототипа.



Сегодня мир вокруг людей населен огромным числом новых искусственных систем. Множество таких систем уже вселяется в самих людей, помогая им лучше двигаться, видеть и слышать. Антропогенный мир усложняется из-за роста обилия элементов и их связей. Современные мысли о сетевом мире как форме организации, связанной с Интернетом, называют «равным производством» (подход П. Адлера, Й. Бенклера развит футуристами Э. Рэймондом, Г. Райнгольдом и К. Ширки). По Бенклеру, осетевленная экономика «дает практические возможности индивидуумам ... делать больше в свободной общности с другими, не имея нужды выстраивать их отношения через систему цен или традиционных иерархических моделей социальной или экономической организации» [2. С. 254]. Однако антропогенной («второй») природой надо грамотно управлять, ведь в ней зачастую нет механизмов саморегулирования, сформированных в ходе эволюции «первой» природой. Если в «первой» природе надежно «работают» замкнутые пищевые цепочки (идет вещественно-энерго-информационный круговорот), то в искусственной природе этого зачастую нет. В итоге недостаточно грамотная активность человечества привела к накоплению массы промышленных и бытовых отходов и подвинула мир к экологической катастрофе.

В настоящее время актуализировалась важность своевременной ликвидации возникающих в современных сетях так называемых «структурных дыр» (в терминах Р. Берта [3]). Из-за ухудшения управляемости многих систем растет число техногенных катастроф и «цена» инженерных ошибок. По статистике Национального объединения строителей (НОСТРОЙ) России, лишь в 2010–2015 гг. количество аварий в стране выросло на 400 %, а количество погибших – в 7 раз (!). Разрушение объектов из-за нарушений при реализации проектов стало распространенной практикой, принося ущерб не только имуществу, но главное – жизни и здоровью граждан России.

Уже с 1930-х гг., когда появилась «теория домино» Г. Хайнриха [4], развитая позже Э. Адамсом, Ф. Бёрдом и Р. Лофтасом, стало ясно, что главная причина аварий – человеческий фактор [5]. Не случайно предложена классификация человеческих ошибок по стадиям планирования, хранения плана и исполнения, выделены уровни, на которых они формируются: первый основан на умениях

(навыках), второй – на применении правил (инструкций) и третий – на знании [6]. Однако без «панорамного» мышления будущего у инженерного дела точно нет. Именно отсюда вытекает высокая актуальность проблемы системной подготовки будущих инженеров [7].

Инженерное образование – своеобразное зеркало инженерной деятельности. Оно призвано отражать перспективу – будущее инженерии. Многие исследования указывают на то, что будущее связано с формированием у обучающихся уверенных навыков, прежде всего, «мягких» (умений работать с людьми), а не только с дисциплиной следования стандартам, нормам и инструкциям. В процессе обучения будущих инженеров важно создать условия «проектирования будущего», или, в терминах академика П.К. Анохина, «опережающего отражения действительности».

Одна из важнейших функций образования – предвосхищение будущего [8]. Будущее всегда «живет» из прошлого, отсюда при создании современных дидактических средств вытекает исключительная важность реализации принципов рефлексии и предвосхищения. В инженерии будущего должны гармонично сочетаться естественнонаучные и гуманитарные моменты. Это подтверждают отечественные социологические исследования. Исследования уровня гуманитарной подготовки выпускников технических вузов, проведенные ещё в конце 1990-х гг., показали, что до четверти опрошенных хотя и не видели особой значимости гуманитарных дисциплин для будущей деятельности, но указывали на дефицит психолого-экономических знаний и проблемы, связанные с коммуникативно-организаторскими навыками [9].

Известна лекция «Две культуры и научная революция», прочитанная Ч.П. Сноу в мае 1959 г. в Кембриджском университете, о проблеме расхождения мировоззрений представителей естественнонаучной и социально-гуманитарной сфер. С легкой руки поэта Б. Слуцкого, написавшего тогда стихотворение «Физики и лирики», она получила в СССР имя «проблемы физиков и лириков». Однако отечественными гениями проблема была подмечена гораздо раньше. Ещё в 1830 г. А.С. Пушкин в своей трагедии «Моцарт и Сальери» предлагал «поверить алгебру гармонией». К настоящему времени тренд снятия проблемы «физиков и лириков» стал уже очевиден за счет нарастания взаимного трансфе-

ра гуманитарной и естественно-научной областей знания.

Ярчайший пример этого – труды великого популяризатора науки Я.И. Перельмана. Многие выдающиеся гуманитарии обратили свои взоры на роскошь математических и физических образов [10], и, наоборот, яркие представители точных наук (Лотфи Заде, В.И. Арнольд и др.) нашли совершенно новые «точки опоры» в сферах нечеткой логики, вербальных вычислений и представлений, «мягких» моделей и проч. [11, 12]. Сегодня встречные интересы многих представителей физики, техники, экономики и управления надежно «сошлись» на феноменах пословиц и сказок, анализе форм их применения в процессах активного обучения различных категорий обучающихся [13, 14].

#### Анализ проблемного поля исследования

В условиях современной гиперинформатизации общества нельзя учить и учиться как раньше. Педагогическая общественность осознает, что обучать нужно не знаниям, а деятельности, задействуя все каналы воздействия на обучающихся (эмоционально-эмпатийно-рефлексивный, психолого-физиологический и морально-психологический). В мире идет поиск и разработка перспективных дидактических средств, в т. ч. оптимальных (природосообразных, биоадекватных и т. п.). Потенциал их воздействия на обучающихся за счет современных средств визуализации и компьютерного моделирования, дополненной и виртуальной реальностей колоссален, однако во многом ещё не понят, а потому не освоен педагогической общественностью. Два десятилетия назад нами для создания благоприятного режима обучения также были сделаны шаги по разработке пособий биоадекватного типа [15, 16]. Однако анализ тенденций развития обширного поля современных дидактических средств свидетельствует о возрастающем внимании научно-педагогической общественности к технологиям обучения на базе кейсов.

Метод case-study (обучение методом ситуаций или прецедентов) появился в Гарвардской школе права ещё в 1870-е гг., но его активное внедрение началось в Гарвардской школе бизнеса лишь в 1920-е гг. Классических школ кейс-стади две: Гарвардская (США) и Манчестерская (Европа). Если в первой учат поиску единственно верного решения, то во второй

– поиску различных решений. Бизнес-школы выделяют для кейс-стади значительную часть учебного времени: в Уортонской школе бизнеса оно составляет треть учебного времени, а в Гарварде доходит до 90 %. Студенты бизнес-школ прорабатывают за время обучения сотни кейсов. Идет изучение предмета студентами через массу кейсов в разных комбинациях для развития у них понимания (порой бессознательного) и способности мышления на языке базовых проблем управления в определенной сфере деятельности [17]. По факту, кейс – «кусочек» реальности (true life), для которой студенты предлагают свои решения. Обычно кейсы выдаются заранее, а далее студенты ищут решения, оформляют их и проводят презентации. Затем в конкурентной обстановке идут дискуссии и «разбор полётов».

Достоинство кейс-стади – обучение на реальных проблемных ситуациях, возможность получать уверенные навыки решения проблем и управления бизнесом. Однако полноценная реализация этого метода – занятие недешевое. По его стоимости в США лидирует Уортон, где на обучение (продолжительностью 21 месяц) слушатели тратят до 90 тыс. долл. (без затрат за проживание, питание и учебные материалы). На втором месте – Гарвард, где обучение за аналогичные деньги идет на три месяца дольше – 24 месяца. Третье место по стоимости обучения занимает бизнес-школа МТИ, там двухгодичная программа обходится студенту на 4–5 тыс. долл. дешевле.

По сравнению со сферой управления, публикаций о применении case-study в инженерной подготовке гораздо меньше. Они касаются изучения инженерной графики, механики, химико-технологических и энергетических процессов и т. п. [18–21]. Интерес к кейсам нарастает, что нашло свое проявление в движении по созданию кейс-клубов в ведущих вузах (НИУ-ВШЭ, НИЯУ МИФИ, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана и др.) и появлению ряда чемпионатов по кейсам. С 2013 г. метод кейсов начал активно развиваться в нашей стране благодаря созданию Международного инженерного чемпионата «Case-in», охватывающего сегодня сферы электроэнергетики, горного дела, геологоразведки, металлургии и нефтегазового дела [22].

Дидактические возможности метода кейсов огромны. Ведь при его реализации возможно проведение целого ансамбля разных видов анализа: проблемно-системного, при-

чинно-следственного, праксеологического, аксиологического, прогностического, рекомендательного, программно-целевого [23]. В методе кейсов реализуется спектр важнейших функций: обучающая, воспитывающая, организующая, исследовательская и др. [24]. Все это актуализирует проблему создания качественных кейсов для подготовки будущих специалистов. Данная проблема многомерна и требует для своего решения работы исследователей, обладающих высокой дидактической культурой [25]. «Наскоком» её решить точно не удастся, на этот счет есть яркие примеры неудачного опыта создания первых сборников отечественных кейсов в гуманитарной сфере [26]. Ещё большую трудность вызывает сложность построения качественных кейсов для будущих инженеров. По нашему мнению, наилучшим образом этому могут способствовать методические подходы, а также кейсы, созданные на базе теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) и её «клонов» – теории эффективных решений (ТЭР) и траблшутинга [27–33].

Самый существенный недостаток классического кейс-стади, с позиций ТРИЗ, – слабость техник постановки задачи и поиска решений [28]. Обучающиеся обычно используют мозговой штурм, матрицы BCG и SWOT-анализа и т. п. Отсутствие инструментальных методик компенсируется коллективным методом обсуждения и конкурентной дискуссией студентов. Однако сама жизнь требует коренного изменения характера мышления и работы в быстроизменяющемся мире. Именно поэтому отечественными специалистами по ТРИЗ был предложен продвинутый вариант кейса. Он получил название «Кейс 2.0», по сравнению с традиционным кейсом, именуемым в процессе сравнительного анализа как «Кейс 1.0» (табл. 1).

Для решения творческих задач, как известно, необходимо: 1) заранее выявлять проблемы и искать новые возможности; 2) уметь ставить задачи (превращать расплывчатую проблему в задачи); 3) выявлять противоречия, выстраивая причинно-следственные и системные связи; 4) уметь выявлять скрытые ресурсы в анализируемых системах, имея настрой на достижение максимального результата при минимальных затратах; 5) анализировать варианты и отбирать решения с учетом (прогнозом) последствий предлагаемых решений. При этом решатель творческих задач должен не бояться встречи с проблемами и противоречиями, нетривиальными идеями и

сопротивлением при внедрении решений, а также уметь быстро входить в новую предметную область и, главное, быстро учиться.

«Кейс 2.0» ориентирован на обучение инноваторов, а не управленцев (менеджеров), и потому опирается на иные правила, навыки и содержание. Для «Кейсов 2.0» используются реальные инновационные задачи. Они не делаются на основе патентов или книг, а пишутся лишь теми, кто сам решал проблему и внедрял решения. Это позволяет лучше показать реальный процесс решения реальной инновационной задачи. В современных бизнес-школах этого сегодня практически нет.

Если в классическом кейс-стади есть понятие «Case» (описание реальной проблемы) и «Guide» (методичка), то «Кейс 2.0» – это би-система («Case-Guide»), где объединены постановка проблемы и методика её решения. В отличие от «классики» в «Кейсе 2.0» особое внимание уделено внедрению решений, ведь это главная проблема сферы инноваций. Известен крайне низкий к.п.д. каскада его этапов – от «сырых» инновационных идей до коммерческого успеха. Так, например, на базе 3000 идей подается лишь 300 патентных заявок при реализации примерно 125 проектов. Далее по убывающей «гора (проектов) рождает мышь»: 9 опытных и 4 промышленных образца, затем 1,7 выходов на рынок и лишь 1 успешный коммерческий проект [34]. Здесь становится более понятной связь ТРИЗ с теорией развития творческой личности (ТРТЛ), смысл разработки которой, согласно Г.С. Альтшуллеру, заключается в изучении более сложной (по сравнению с созданием решений изобретательского уровня) деятельности по продвижению изобретений в хозяйственную жизнь общества.

От классического варианта «Кейс 2.0» также отличается адресной теоретико-инструментальной поддержкой лишь «нужных мест» в процессе его решения. Во избежание перегрузки учебного процесса остальное выносится в методические материалы (Guide). Помимо этого, в «Кейсе 2.0» полностью раскрываются шаги творческого процесса и смыслы применения изобретательских инструментов. Рисунки, схемы и пояснения задают обучающимся «карту решения», позволяющую лучше понять работу инновационных инструментов. Предусмотрена также смена режима работы – от «наблюдения со стороны» к попытке поиска самостоятельного решения, а затем возможности посмотреть «как это сделали авторы».

**Таблица 1.** Сравнение параметров классического кейса и «Кейса 2.0»  
**Table 1.** Comparison of the parameters of the classic case and «Case 2.0»

Параметр Parameter	Кейс 1.0 (классический) Case 1.0 (classic)	Кейс 2.0 Case 2.0
Тематика Subject	Решение различных проблем (чаще всего типовых) Solving various problems (most often typical)	Решение инновационных (изобретательских) проблем Solving innovative (inventive) problems
Пользователь User	Профессорский состав, конечные пользователи Faculty, end users	Конечные пользователи: бизнес-инноваторы, инженеры-инноваторы; профессорский состав End users: business innovators, innovative engineers; professorial staff
Формат изучения Study format	Коллективный, коллективно-индивидуальный Collective, collective-individual	Индивидуальный, индивидуально-коллективный Individual, individual-collective
Стоимость/Price	Высокая/High	Низкая/Low
Форма представления материала Form of material submission	Отдельно кейс и методичка Separately case and manual	Кейс и методичка на одном «носителе» + развёрнутая методичка отдельно Case and manual on one «carrier» + detailed manual separately
Мотивация обучающихся Motivation of students	Обеспечивается в группе за счет создания конкурентной эмоциональной атмосферы Provided in the group by creating a competitive emotional atmosphere	За счет: а) увлекательности исходной проблемы; б) интриги во взаимоотношениях с заказчиком, при поиске и внедрении идей; в) красоты и эффективности решений; г) наличия добротного «методического интерфейса» Due to: a) fascination of the original problem; b) intrigues in relationships with the customer, when searching for and implementing ideas; c) beauty and efficiency of solutions; d) presence of a solid «methodological interface»

Однако рассмотренные нами подходы к построению кейсов на базе ТРИЗ не исчерпывают всех возможностей продвижения к образу некоего идеального кейса. Они видятся, например, в вариантах «свертки» формата кейса с полного (20–25 страниц текста) до сжатого (3–5 страниц) или даже до мини-кейса (1–2 страницы). Аналог подобной свертки известен в мире литературы – это переход от прозы к стихотворению, где, по образной мысли Н.А. Некрасова, «словам должно быть тесно, а мыслям просторно». Однако при этом движении к идеалу в обучении надо не только максимально сохранить, но и даже повысить уровень реализации базовых дидактических принципов.

Ранее нами уже было проведено обоснование и описан спектр уникальных возможностей использования систем пословиц в качестве кейсов [35, 36]. Было отмечено, что пословицы, несмотря на свернутый характер, являют собой уникальные лингвистические конструкты, содержащие эмоционально окрашенную, учитывающую менталитет и нравственные ценности нации, выверенную в веках информацию об устройстве мира и

его движении. В них отражены абсолютно все способы (приемы) разрешения противоречий и, по сути, все общие законы формирования, функционирования и развития систем любой природы.

Пословицы в истории человечества имеют дописьменное происхождение. По сравнению с поговорками они обладают целостностью (завершенностью). Их совокупность – важнейшая часть национальной культуры и хранилище коллективного бессознательного. Это своеобразный и наиболее полный «патентный фонд» человеческой культуры. Образно, по аналогии с «обкаткой» водой лома камней (шебня, гравия) в гладкую гальку, время удалило из исходных словесных конструктов все лишнее. Каждая из пословиц является «формулой социального изобретения». Они охватывают абсолютно все стороны жизни людей. Н.В. Гоголь называл их «стоочитым Аргусом», а А.М. Горький писал, что пословицы и песни кратки, а ума и чувства вложено в них на целые книги. В пословицах часто в неосознаваемом людьми сразу виде хранятся и транслируются в человеческую деятельность коды системных знаний.



В условиях бурного развития Интернет появилась опасность замещения пословиц интернет-мемами (Internet meme) [37, 38] – «информационно-психологическими микробами». Для человечества это вовсе не новость, ещё в 1897 г. В.М. Бехтерев в речи на собрании Императорской военно-медицинской академии призывал обратить внимание на некие «психические микробы», спонтанно возникающие и циркулирующие в обществе (на тот период лишь в газетах и журналах).

Термин «мем» обязан происхождением книге «Эгоистичный ген» Р. Доукинза. По Докинзу, мем – «единица передачи культурного наследия, культурной имитации» [39. С. 173]. Интернет резко увеличил возможности визуализации и динамизации мемов, часто не имеющих глубинных социокультурных смыслов, свойственных пословицам, прошедшим многовековые фильтры верификации. Тем не менее игнорировать их нельзя, ведь сегодня мем, по мнению ученых, стал диагнозом нашего времени, показателем когнитивного усечения публичного дискурса, новой формы «экономии мышления» и сужения смысловой сферы публичных посланий [40].

#### **Методология и методы исследования**

В процессе исследования нами использовались общенаучные и общепедагогические подходы, прежде всего, системный и диалектический. Сегодня системная инженерия невозможна без анализа и синтеза систем в свете закона полного жизненного цикла, она опирается на общие законы организации, функционирования и развития систем любой природы. Психолого-педагогические концепции развивающего обучения и базовые принципы дидактики (развивающего и воспитывающего обучения, научности, доступности, связи с практикой, активности, гармонизации индивидуального и коллективного характера обучения, перехода от обучения к самообучению и др.) служили нам ориентирами для формирования образа перспективных дидактических средств системной подготовки будущих инженеров. Для выдвижения и верификации гипотез использовались методы формальной и диалектической логики, концептуального синтеза и встречного трансфера естественно-научных и гуманитарных знаний. Эксплуатировались методы идеализации и аналогии, а также комплекс инструментов ТРИЗ, включающий идеальный конечный результат (ИКР),

способы разрешения противоречий и анализ ресурсов как средств их разрешения. В процессе обоснования и поиска эффективных дидактических средств системной подготовки будущих инженеров наше внимание было направлено на хорошо зарекомендовавший себя и активно распространяющийся в современном образовании метод анализа реальных ситуаций (метод case-study).

Нами осознано, что сегодня существуют затруднения теоретико-технологического характера, препятствующие широкому использованию кейс-метода в инновационной подготовке инженеров. Многие препятствия на этом пути могут быть преодолены путем грамотного конструирования компактных, но многофункциональных кейсов на основе использования свернутых реальных инновационных задач, систем комплементарных пословиц и базовых инструментов ТРИЗ. Такие кейсы, обладающие кажущейся внешней простотой, однако имеющие богатую междисциплинарную «начинку», способны активизировать эмпатийную и рефлексивную сферы обучающихся, повысить осмысленность учебных процедур и мотивировать их к развитию навыков решения сложных задач. Конечный результат обучения на системе кейсов такого рода видится в создании дидактически корректных и психологически комфортных условий гармоничного развития будущих творцов техносферы.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Нами разделяется трактовка А.В. Птушенко о том, что «эффективность есть показатель степени приспособленности системы к решению определенной задачи в определенной ситуации» [41. С. 27]. В свете этой трактовки эффективным для подготовки будущих инженеров будет кейс, в наивысшей степени приспособленный для достижения обозначенных целей. В соответствии с представлениями об «идеальном конечном результате» в ТРИЗ идеальный кейс – «отсутствующий кейс», функция которого выполняется. Логически это представление означает полное «свертывание» всех институтов и, соответственно, процессов профессионального обучения. В этом случае цель кейса (точнее, компетенции, формируемые им) должны формироваться в процессе профессиональной деятельности человека. Здесь мысль уносит нас в давно минувшие времена индивидуального

и продолжительного обучения в системе «мастер–подмастерье–ученик». Однако сегодня ситуация совсем иная.

Сформулируем систему требований по отношению к гипотетическому (идеальному) кейсу, исходя из реалий сегодняшнего развития человеческой цивилизации и инженерного дела. Идеальность напоминает нам горизонт – при приближении к нему он «убегает». Идеальность недостижима, ведь это уровень мечты или сказки. Однако если оценивать результаты интеллектуальной деятельности относительно этой «убегающей» границы, то можно коренным образом изменить представление о лучшем решении. Трудно не согласиться с тем, что при ориентации даже на самое худшее решение на пути движения от идеальности («сверху вниз») можно достичь решения лучше самых передовых – оптимальных по существующим представлениям (рис. 1).

Попробуем изложить систему требований к идеальному кейсу в виде своеобразного «технического задания», формирующего образ желаемого дидактического средства, выполняющего (как по мановению волшебной палочки) исчерпывающий спектр функций развивающего и воспитывающего обучения. Сформулируем эти требования в виде противоречий и дадим формулировки необходимые комментарии.

### Образ идеального кейса

1. Кейс, в первую очередь, должен быть практико-ориентированным, профессиональным (+) и быть научно-теоретическим, иначе говоря, надпрофессиональным или систем-

ным (–). В пользу первого требования свидетельствует красивая мысль И. Ньютона: «При изучении наук примеры полезнее правил», а в пользу второго – изречение И. Канта, повторенное позже Г. Кирхгофом и Л. Больцманом: «Нет ничего практичнее хорошей теории».

2. Кейс совершенно точно должен быть опредмеченным, конкретным (+), чтобы быть понятным обучающимся в опредмеченной реальности, и он должен быть метапредметным, универсальным (–), чтобы обучающиеся могли «видеть за деревьями лес». Здесь речь идет об единстве частного и общего, конкретного и абстрактного, что хорошо отражает известная ленинская цитата из его философской работы «Материализм и эмпириокритицизм» (1909 г.): «От живого созерцания к абстрактному мышлению и от него к практике – таков диалектический путь познания истины, познания объективной реальности».

3. Кейс неизбежно будет искусственным (+), ведь мы живем в искусственном, антропогенном мире, и он должен быть максимально естественным (–). Ученые, изучающие проблему классификаций в науках, пришли к выводам о движении всех искусственных классификаций к естественным (отражающим, по сути, объективные закономерности – как, например, периодический закон Д.И. Менделеева) по мере познания тайн мироздания. Искусственность в науке и образовании вполне естественна, ведь «нельзя объять необъятное». Однако искусственность порочна своей нечитабельностью (здесь достаточно вспомнить содержание первых сборников «вымученных» отечественных кейсов [26]. А это во-

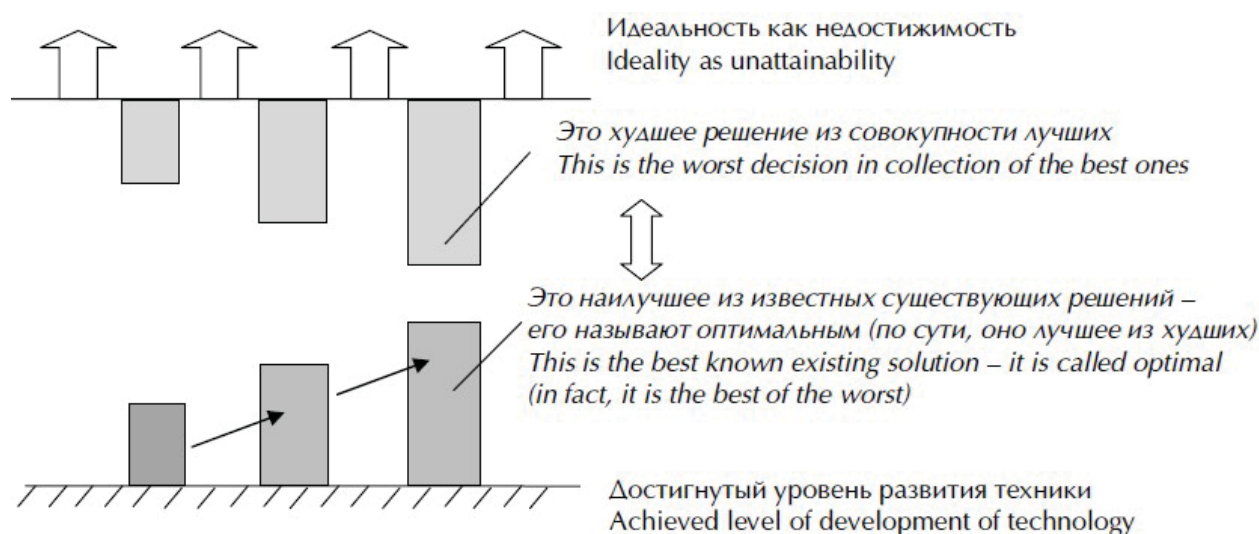


Рис. 1. Переход от оптимальности к идеальности в инженерии  
Fig. 1. Transition from optimality to ideality in engineering



все не приглашает обучающихся к познанию чарующих тайн творчества. Хорошо известно, что наши великие химики А.М. Бутлеров и Д.И. Менделеев стихийно реализовали диалектический метод познания, создавая свои учебники в духе приобщения обучающихся к «кухне открытия». Они всегда подчеркивали важность подобия способов преподавания научных закономерностей способам их познания [42].

4. Кейс должен быть рациональным (+), ведь инженерия – дело серьезное, но одновременно он должен быть эмоциональным (–). Известны мысли Л.С. Выготского, Ю.М. Лотмана и др. о мышлении как диалоге полушарий головного мозга. По данным ряда современных ученых (Р. Бар-Она, Д. Гоулмана, М. Кетс де Вриса и др.), успешность людей связана с весьма определенными соотношениями уровней их умственного и эмоционального развития, близкими к известному соотношению Вильфредо Парето – 20:80.

5. Кейс должен быть наглядно-образным (+) и должен быть словесным (–). Безусловно, хотелось бы иметь в кейсах графические интерпретации описания содержания, однако порой это сделать трудно (из-за существенных затрат). Требование выводит нас на огромный пласт исследований в сферах формирования образов – от масс-медиа до необъятной области культуры и искусств. Здесь вспоминаются слова великой танцовщицы, основательницы «свободного танца» и жены С. Есенина в 1922–1924 гг. Айседоры Дункан: «Если бы можно что-либо объяснить словами – не было бы смысла это станцевать». Можно даже переформулировать требование: «слог» кейса должен быть обыденным – прозаическим (+) – и должен быть «высоким», точнее, «высокообразным» – поэтическим (–), основанным, скорее всего, на рифме, ритме и проч. Однако трудно написать роман в прозе, но ещё труднее – роман в стихах, подобно А.С. Пушкину («Евгений Онегин»). Наверно, поэтому, рассуждая о «языке предельной ясности», Д.М. Панин отмечал важность образности, предельной точности и отсутствия мысленного перевода. Он писал, что признак «предельной ясности – способность восстановить воспринятое по смыслу, а не по памяти» [43. С. 178]. При этом современным педагогам одновременно следует «быть в тренде» и не забывать, что современная информационная революция породила необходимость

учета новых реалий типа мемов и «клипового мышления (сознания)» [44].

6. Кейс должен быть описан достаточно полно, т. е. быть объемным (+) и должен быть весьма компактным и кратким (–). Эта проблема достатка/недостатка объёма задачной информации извечна. Таким образом, при конструировании кейсов следует помнить точные слова А.П. Чехова о том, что «краткость – сестра таланта».

7. Кейс должен быть как индивидуально- (+), так и коллективно-ориентированным (–). Первое требование связано с признанием обучающегося главной фигурой образовательного процесса в технологиях личностно-ориентированного обучения, а второе – с высокой важностью формирования у обучающихся навыков «работы в команде». Другими словами, кейс должен обеспечивать повышение «решательной мощности» человека не только как индивида, но и как члена коллектива.

8. Наконец, идеальный кейс должен «схватывать» не только сферу будущей профессиональной деятельности обучающихся (+), но и обширную сферу её социокультурного окружения (–), включающую систему социально-нравственных идеалов и ментальных кодов народов страны, имеющей великую и многовековую историю. Это связано с тем, что современная инженерия не имеет границ, поэтому её будущие творцы должны хорошо осознавать горизонты не только своей профессиональной, но и нравственной ответственности за результаты влияния инженерной деятельности на всю совокупность тесно связанных социально-техничко-экономической, социокультурной и природно-экологической систем.

После мысли об идеальности вполне логично возникает вопрос о существовании (или отсутствии) универсального инвариантного кейса – на все случаи жизни, а также ограниченной типологии кейсов. Нам трудно возразить против мысли Ю.П. Сурмина, что источником кейсов должна быть сама жизнь [25]. Поэтому метод аналогии ведет нас в лоно мировой литературы, где накоплен уникальный опыт отражения всех коллизий человеческой жизни. Любопытно, что в ней, согласно Хорхе Луису Борхесу, эксплуатируется, повторяясь, всего лишь четыре базовых сюжета. Таковых сюжетов у Кристофера Букера – семь, а у Курта Воннегута – восемь. Правда, следует вспомнить, что ещё в 1895 г. вышла книга французского театроведа Жоржа Польти,

доказывающая, что все драматические произведения основаны на какой-либо из 36 сюжетных коллизий. Таким образом, многовековая литературная аналогия позволяет нам предположить возможность конструирования компактной типологии кейсов.

Известно, что инструментальным базисом современной ТРИЗ являются выявленные из патентных фондов и технической литературы 40 основных приемов устранения технических противоречий. Они отражают способы разрешения противоречий в пространстве, времени и в структуре систем. При развитии ТРИЗ произошло «сгущение» и комплексирование приемов. На базе парных приемов (прием + антиприем, типа «дробление–объединение») и их соединения с физическими эффектами появились 5 классов стандартов на решение изобретательских задач. Постепенно стало ясно, что в системе стандартов, как в зеркале, отражаются закономерности организации, функционирования и развития технических систем. С позиций возможностей создания перспективных кейсов для подготовки будущих инженеров заслуживает особого внимания созданная в ТРИЗ система из 39 обобщенных параметров технических систем. Она – ключ от «входа» в таблицу устранения технических противоречий и выбора рекомендуемых ею групп приемов при решении изобретательских задач. Более поздние исследования при развитии ТРИЗ показали, что эта система обобщенных параметров де-факто «накрывает» не только решение технических, но и любых социально-экономических задач.

Протестируем выдвинутую нами гипотезу о возможности использования систем пословиц для конструирования свернутых кейсов для будущих инженеров. Вначале рассмотрим работу функционала пословиц в качестве эпиграфов к текстам кейсов. Оно известно в литературе уже давно – ещё с начала XV в. Эпиграф как краткая надпись-цитата выражает основную коллизию, идею или настроение предваряемого произведения, способствуя его восприятию читателем. Использование афоризмов великих людей, а тем более пословиц – проверенных многовековой жизни народов истин, играет множество функций в обучении: связи прошлого с будущим, трансляции нравственных кодов и правил новым поколениям и т. п. Развертывание части этих функций осуществлено в изданных нами ра-

нее учебных пособиях [45, 46]. В их числе: расширение междисциплинарных связей мировоззренческих и технических дисциплин; приближение обучения к практике реального строительства; формирование у студентов представлений об источниках и направленности развития строительных конструкций как технических систем; усиление экономической компоненты подготовки инженеров-строителей; приобщение студентов к изобретательству.

Современная, а тем более будущая, инженерная деятельность невозможна без опоры на методологию, стандарты и модели полного жизненного цикла (ЖЦ) [47]. Согласно руководящим документам [48], ЖЦ любого промышленного изделия, в т. ч. военной техники, – это не временной период существования, а процесс последовательного изменения состояния, обусловленный видом производимых воздействий. Его типовая модель регламентируется стандартом ISO/IEC 15288, где есть стадии: 1) замысел; 2) разработка; 3) производство; 4) применение; 5) поддержка применения; 6) прекращение применения и списание. Инженерам известна исключительная важность обеспечения качества работ именно на начальных фазах создания системы. Убедительно доказано, что до 75 % возможностей повышения эффективности реализуемых проектов приходится на стадию НИОКР, тогда как на стадии подготовки производства, а затем собственно производства приходится, соответственно, лишь 19 и 6 % таких возможностей. На этот счет вспомним пословицу: «Доброе начало – полдела откачало».

Ниже приводятся результаты оценки спектра возможностей описания и раскрытия сущности инженерной деятельности на всех этапах ЖЦ технических систем посредством комплементарных пар пословиц (табл. 2). Они свидетельствуют о том, что совокупность комплементарных (дополняющих друг друга до целостности) пословиц способна служить добротным дидактическим средством при конструировании системы перспективных инновационных кейсов.

Пословицы важно применять именно комплементарными парами – би-системами, аналогично парным приемам в ТРИЗ (прием + антиприем). Это усилит их эвристическую силу, улучшит понимание кейсов обучающимися, активизируя их рефлексивные усилия. Психологи

**Таблица 2.** Иллюстрация содержания работ на разных стадиях жизненного цикла технических систем комплементарными парами пословиц  
**Table 2.** Illustration of the content of work at different stages of life cycle of technical systems by complementary pairs of proverbs

Стадия Stage	Маркеры стадии Stage markers	Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms)
Замысел (исследование и обоснование разработки) Concept (research and development justification)	<b>Варианты появления идей (концепций):</b> – инициация→получение задания от руководства <b>Options emergence of ideas (concepts):</b> – initiation→getting a job from management	Не трудно сделать – трудно выдумать. ↔ Дума что борода: лишняя тягота. Начал гладко – кончил гадко. ↔ Вперед батьки в пекло не суйся. Всегда делай именно то, что сделал бы шеф, если бы знал, что ему нужно (закон Гранда). ↔ 1. Никогда не будь первым. 2. Никогда не будь последним. 3. Никогда не будь добровольцем (законы Мёрфи) Not hard to do – hard to imagine. ↔ Thinking is like a beard: an extra burden. Started off smoothly, ended badly. ↔ Do not poke your head into hell. Always do exactly what the boss would do if he knew what he needed (Grand's law). ↔ 1. Never be the first. 2. Never be the last one. 3. Never volunteer (Murphy's Laws)
	<b>Новизна идеи:</b> – оригинальность (новизна) мысли→стандарт (наличие аналога) <b>Novelty of the idea:</b> – originality (novelty) of thought→standard (presence of analogue)	Много новизны, да мало прямызны. Много нового, да мало хорошего. ↔ Если радуга долго держится, на неё перестают смотреть (Гёте). Новое – хорошо забытое старое. ↔ Усовершенствовать таблицу умножения можно лишь перевернув её. Подражание – скорлупа, из которой не каждому дано вылупиться. Стандартные мысли требуют оригинальной формы, чтоб зазвучали; оригинальные мысли требуют стандартной формы, чтоб стали доступны (И. Шевелев) A lot of novelty, but little straightness. A lot of new, but little good. ↔ If the rainbow lasts a long time, they stop looking at it (Goethe). The new is the well-forgotten old. ↔ The multiplication table can only be improved by distorting it. Imitation is a shell from which not everyone can hatch. Standard thoughts require an original form to sound; original thoughts require a standard form to become available (I. Shevelev)
	<b>Выбор принципов действия: удача→неудача</b> <b>Choice of principles of action:</b> good luck→bad luck	По речке и лодка. ↔ Первый блин всегда комом Such boat fits such river. ↔ The first pancake is always lumpy
	<b>Анализ вариантов:</b> – мало альтернатив→много альтернатив <b>Variant analysis:</b> – few alternatives→many alternatives	Богатый мыслит о золоте, а нищий о милостыне. ↔ Дум в голове – что дыр в решете. За двумя зайцами погонишься, ни одного не поймаешь. Семь дел в одни руки не берут The rich man thinks of gold, and the beggar of alms. ↔ There are so much thoughts in the head – as holes in a sieve. If you chase two hares, you won't catch one. One cannot take seven cases in one hand
	<b>Выбор наилучшего варианта:</b> – хороший выбор→плохой выбор <b>Choosing the best option:</b> – a good choice→bad choice	Думай не думай, а лучше хлеба-соли не надумашь. ↔ Хотели как лучше – получилось как всегда (Благими намерениями вымощена дорога в ад). Вдали всё кажется лучше. ↔ Каков ни будь пень, а все за ним тень Think, don't think, but you can't think of better bread and salt. ↔ We wanted the best – it turned out as always (The road to hell is paved with good intentions). Everything looks better from afar. ↔ Whatever the stump, and there is shadow behind it
Разработка системы (проектирование, конструирование) System development (design, construction)	<b>Смелость принятия решений→минимизация рисков</b> <b>Decision Making courage→risk minimization</b>	<i>Твердая решимость сделать дело – половина успеха (Демокрит) ↔ Не строй здание всей жизни на фундаменте, сделанном в течение одного дня (Лао-цзы)</i> Firm determination to do the job is half the success (Democritus) ↔ Do not build the building of all life on a foundation made in one day (Lao Tzu)
	<b>Компоновка системы:</b> – удачная→неудачная <b>System layout:</b> – successful→unsuccessful	Начиная дело о конце помышляй. ↔ Два сапога пара, <b>да оба левые.</b> Палка о двух концах: <b>туда и сюда бьет.</b> ↔ Пятое колесо в телеге Starting a business, think about the end. ↔ Two boots make a pair, but both left ones. A stick with two ends: hits here and there. ↔ The fifth wheel in the cart
	<b>Размерный анализ (размерные цепи)</b> <b>Dimensional analysis (dimensional chains)</b>	Раньше мерили дорогу аршинами, а теперь – автомобилями. Дом высок, да под ним – песок Previously, they measured the road with arshins, and now – with cars. The house is high, but there is sand under it

Стадия Stage	Маркеры стадии Stage markers	Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms)
Разработка системы (проектирование, конструирование) System development (design, construction)	Несбалансированность компоновки Layout imbalance	Конь стальной, а хвост льняной The horse is steel and the tail is linen.
	<b>Расчет конструкций и их узлов</b> <b>Calculation of structures and their nodes</b>	Моя хата небом крыта, землей подбита, ветром загорожена My hut is covered by the sky, lined with earth, blocked by the wind
	Выбор расчетной схемы: правильный↔ неправильный Choice of design scheme: correct↔incorrect	Был дуб, а стал сруб; время прибудет и того не будет. Без столбов и забор не стоит. ↔ Старая погудка на новый лад (заимствование схем) There was an oak, but it became a log house; the time will come and it won't exist. There is no fence without poles. ↔ Old horn in a new way (borrowing schemes)
	Расчеты усилий (моментов сил и проч.) Calculations of forces (moments of forces, etc.)	Сила силу ломит. Как ты мне, так и я тебе. ↔ Иголка маленька, да больно колетса Strength breaks strength. As you are to me, so am I to you. ↔ The needle is small, but it hurts
	Расчеты прочности (сплошности) Strength calculations (continuities)	Где тонко – там рвется. ↔ Какой палец не укусишь – всей руке больно. Где сшито на живую нитку, там жди прорехи и убытку. ↔ Не ради пригожести – для крепости Where it is thin, it breaks there. ↔ Whichever finger you bite, the whole hand hurts. Where it is sewn on a live thread, there expect tears and loss. ↔ Not for the sake of attractiveness – for the fortress
	Расчеты устойчивости Stability calculations	Куда дерево клонилось, туда и повалилось. И маленький камень воз опрокинет Where the tree was leaning, there it fell. And a small stone will overturn the cart
	Расчеты жесткости (деформаций) Stiffness (deformation) calculations	Жесток нрав не будет прав Cruel temper won't be right
	Соотношение твердостей материалов узлов и деталей Ratio of hardness of materials of units and parts	Капля по капле и камень долбит. По дереву и топор. Муха стекло не разобьет. Дятел груб, долбит и дуб Drop by drop the stone is bashed. An axe fits an oak. A fly won't break glass. The woodpecker is rough, hammers an oak
Производство (изготовление деталей и узлов систем) Production (production of parts and system nodes)	<b>Технологические процессы изготовления систем:</b> передовые↔устаревшие <b>Technological processes for manufacturing systems:</b> advanced↔obsolete	Любая достаточно развитая технология неотличима от магии (Артур Кларк) ↔ У плохого мастера и пила плохая. Прогресс технологии одаряет нас более совершенными средствами для движения вспять (Олдос Хаксли) Any sufficiently advanced technology is indistinguishable from magic (Arthur Clark) ↔ A bad master has a bad saw. Advances in technology endow us with better means of moving backwards (Aldous Huxley)
	Разметка и резка заготовок деталей Marking and cutting of workpieces	Семь раз отмерь – один раз отрежь ↔ Отрезанный ломоть к хлебу не приставишь Measure seven times – cut once ↔ You can't put a cut slice to bread
	Ковка и штамповка Forging and stamping	Куй железо пока горячо. Железо и сталь выходят из одной печи: одно – мечом, другое – подковой осла Strike while the iron is hot. Iron and steel come out of the same furnace: one becomes a sword, the other one – a donkey's horseshoe
	Литье (плавление) ↔ формование Casting (melting)↔molding	Металл проверяется на огне, человек – на вине Metal is tested on fire, man on wine
	Аддитивные технологии ↔ обработка с удалением материала Additive technologies ↔ processing with material removal	Добро, собьем ведро: обручи под лавку, а клепки в печь – не будет течь. ↔ Ложку за окошко даром не выкинешь. Well, let's knock down a bucket: hoops under the bench, and riveting into the oven – it won't flow. ↔ You can't throw a spoon out the window for nothing. You can't pile trash for a garbage pit



Стадия Stage	Маркеры стадии Stage markers	Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms)
Сборка (монтаж) Assembly (installation)	<b>Сборка, монтаж (возведение) Assembly, installation (construction)</b>	Собирай по яголке – наберешь кузовок. Шито-крыто, а узелок-то тут Pick a berry – you will gather a box. Sewed up, and the bundle is here
	Сборка и соединение→ демонтаж Assembly and connection→ dismantling	Ткали рогожку, доткались и до полотна. ↔ Где шьют, там и порют (Масло с водой не смешивают) They wove a matting, weaved it to the canvas. ↔ Where they sew, they flog there (You can't mix oil with water)
Пуско-наладка Commissioning	Необходимость выхода на требуемую мощность Need to reach the required power	Пошло дело на лад – и сам тому рад (Влез по горло – лезь по уши – доводи дело до конца) ↔ Дело серединою крепко (Дело на нет сошло) Things went smoothly – and he himself is glad (Climb up to the throat – climb up to the ears – bring the matter to the end). ↔ The case is strong in the middle (The case came to naught)
Примемка работ Work acceptance	Достижение запланированного результата→ имитация успеха Achieving the planned result→imitation of success	Дело как на ладони (Пошло дело как по маслу) ↔ Дела идут, контора пишет – день дадут, а два запишут (В протоколе густо, а на деле пусто) It's like in the palm of your hand (It went like clockwork) ↔ Things are going on, the office writes – they will give a day, and write down two days (The protocol is thick, but in reality it is empty)
	Разрешение на запуск в эксплуатацию Permission to put into operation	Делано наспех – и сделано на смех (Хотели как лучше, а получилось – как всегда) It is done hastily – and it is done for fun (We wanted the best, but it turned out as always)
Применение (эксплуатация) Application (exploitation)	Бережливая (в норме)→ расточительная (варварская) эксплуатация Lean (normal) ↔ wasteful (barbaric) exploitation	Береженная вещь два века живет (Копейка к копейке – проживет и семейка. Плуг от работы блестит) ↔ Шеголять смолоду, а под старость умирать с голоду (На гору десять тянут, под гору и один столкнёт) Careful thing lives for two centuries (Penny to penny – the family will live on. The plow shines from work) ↔ To flaunt from youth, and to die of hunger in old age (Ten pull up the mountain, one will push downhill)
	Отказы (ожидаемые) ↔ неожиданные отказы и поломки Failures (expected) ↔ unexpected failures and breakdowns	Хорошему прыжку хороший разбег нужен. ↔ Нашла коса на камень (Беда не по лесу ходит, а по людям. Беда – глупости сосед) A good jump needs a good run. ↔ Scythe struck a stone (Trouble does not walk through the forest, but through people. Trouble is a neighbor of stupidity)
Поддержка применения Application support	Диагностика и предупреждение→ авральные ситуации Diagnostics and warning→ emergency situations	Видеть – легко, предвидеть – трудно (Искру туши до пожара, беду отводи до удара) ↔ Беда придет и с ног собьет (Пришла беда – отворяй ворота) Seeing is easy, foreseeing is difficult. (Put out the spark before the fire, take trouble away before the blow) ↔ Trouble will come and knock you off your feet (Trouble has come – open the gate)
Техническое обслуживание Maintenance	Плановое→внеплановое (по необходимости) Planned→unscheduled (of necessity)	Дитя любит ласку, а станок – смазку (Не подмажешь, не поедешь) ↔ Лишний расход прибавит хлопот (Жирно ешь – усы засалишь. Кто жаден до еды – дойдёт до беды) A child loves affection, and a machine loves lubrication (You won't grease, you won't go) ↔ Extra expense will add trouble (If you eat fat – you'll greasy your mustache. Whoever is greedy for food will come to trouble)
Ремонты Repairs	Текущие→капитальные Current→capital	Силен тот, кто валит, сильнее тот, кто поднимается→ Скрипучее дерево дольше стоит Strong is the one who brings down, stronger is the one who rises ↔ A creaky tree stands longer

Стадия Stage	Маркеры стадии Stage markers	Примеры из сборников пословиц (афоризмов) Examples from collections of proverbs (aphorisms)
Прекрашение применения и списание (утилизация) Termination and write-off (disposal)	Разборка↔сборка Disassembly↔assembly	Дураки о добыче спорят, а умные её делят. ↔ Всё изменяется, но ничто не пропадает Fools argue about prey, but smart people divide it. ↔ Everything changes, but nothing is lost
	Сортировка↔ пакетирование Sorting↔packing	Шип в ноге шипом и вытаскивают (Горох к стенке не прильнет) ↔ Было в мешке – стало в горшке A thorn in the leg is pulled out with another thorn (Peas will not stick to the wall) ↔ It was in a bag – it is in a pot
	Отходы↔вторичное использование Waste↔recycling	Разбитую чашку не склеить ↔ Битая посуда два века живет. Прибирай остаток – меньше будет недостаток A broken cup cannot be glued ↔ Broken dishes live for two centuries. Clean up the rest – there will be less shortage
	Сжигание как вред↔ очистение огнем как обезвреживание Burning as harm↔purification by fire as neutralization	От вора остатки бывают, а от огня – одно пепелище. Топор обрубит, а огонь с корнем спалит ↔ Огонь и вода всему голова There are may be remnants after the thief, but after the fire – there are ashes. The ax will chop off, and the fire will burn with the root ↔ Fire and water are the head of everything

подчеркивают, что человек понимает не знание, а отраженный в нем предметный мир, ведь знания – не цель понимания, а средство. Они как стекла очков в познании играют роль линзы, с помощью которой мы лучше видим и понимаем окружающее. Понимание – осмысление отраженного в знании объекта познания, оно «...формируется в деятельности по мере того, как порождает, узнает операциональный смысл этого знания. До возникновения смысла знание существует в психике как непонятное...» [49. С. 26]. Известно, что «...наращивание знаний не только не лучший путь обновления науки, образования, всякой работы, основанной на знании. Преодоление информационной избыточности через понимание дает верное направление современной интеллектуальной деятельности» [50. С. 257–258].

Осмысления нет без рефлексии. Есть точное высказывание Г.П. Шедровицкого: «Можно сколько угодно делать любую работу – не только интеллектуальную, но и ручную, – но у вас ничего не будет закрепляться даже после двухсот, тысячи повторений, потому что это закрепление определяется только рефлексией» [51. С. 112].

При разработке главного инструмента ТРИЗ – алгоритма решения изобретательских задач (АРИЗ-85В) – предложен рефлексивный прием демонтирующего изменения системы на шаге 4.2, названный «шаг назад от ИКР». Он нужен для оценки степени использования ресурсов (средств решения задачи) при их минимальном расходе. Далее мы воспользуемся

им для описания образов и структуры перспективных кейсов.

Работа с инструментарием ТРИЗ – процесс обработки (редукции) задачных систем – от сложных к простым. Для этих целей разработан целый ряд методик и алгоритмов: семейство АРИЗов, алгоритмы выбора задач из производственной ситуации (АВИЗ), исправления проблемных ситуаций (АИПС) и т. п. [52–54]. Их назначение и смысл – перевод производственных (проблемных) ситуаций (ПС) в изобретательские ситуации (ИС) и далее в изобретательские задачи (ИЗ). При этом последовательно создаются условия концентрации внимания решателя задач на ключевой неприятности или (при невозможности ликвидации таковой) на наиболее существенной – следующей (в существующей системе ограничений) за ключевой по рангу (табл. 3).

Напомним, что ранее нами уже было описано направление грамотного – с позиций дидактики – конструирования системы учебных задач в подготовке инженеров [55]. Оно является встречным к направлению распознавания производственных ситуаций и решения инженерно-изобретательских задач (рис. 2).

При создании системы перспективных кейсов особенно важна опора на психолого-педагогические концепции Л.С. Выготского, П.Я. Гальперина, С.И. Гессена, В.В. Давыдова и др. (зона ближнего развития, поэтапное формирование умственных действий, ступени научного образования, содержательное обобщение) [56].

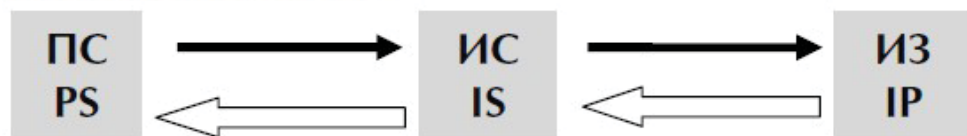


**Таблица 3.** Характеристика уровней обработки информации задачных систем  
**Table 3.** Characterization of levels of processing task system information

Признак уровня обработки задач Level sign task processing	Уровни изобретательских задачных систем Levels of inventive problem systems		
	ПС production (problem) situations	ИС inventive situations	ИЗ inventive problems
Описание совокупности – ансамбля нежелательных эффектов (НЭ) Description of the totality – the ensemble of undesirable effects (UE)	Описан полно (возможно, неполно) ансамбль НЭ Full (perhaps incomplete) description of the UE ensemble	Выделен ключевой (или существенный) НЭ при анализе ансамбля НЭ Key (or significant) UE was identified in the analysis of the ensemble of UEs	Формулировка технического противоречия (ТП) есть There is a formulation of a technical contradiction
Описание структуры системы (и оперативной зоны – ОЗ*) Description of the system structure (and the operational zone – OZ*)	Структура системы неясна System structure is unclear	Выявлена конфликтующая пара (КП) элементов, структуры прояснены Conflicting pair (CP) of elements was identified, structures were clarified	
Описание принципа действия (ПД) системы Description of the system operation principle (OP)	Описан плохо или неясен Poorly described or unclear	ПД системы решателем уточнен и в достаточной мере понят Solver clarified and sufficiently understood the system OP	
Описание изобретательской цели (ИЦ) Description of the inventive purpose (IP)	Отсутствует Missing	Имеется/Available	

Примечание: \*Под ОЗ в ТРИЗ понимается зона локализации конфликта – зона расположения КП элементов  
 Note: \*Zone of conflict localization – zone of location of the CP of elements is understood under OZ in TRIZ

### Решение изобретательских задач Solving inventive problems



### Конструирование учебных задач (кейсов) Designing learning tasks (cases)

**Рис. 2.** Направленность процедур мышления при решении изобретательских задач и конструировании системы кейсов

**Fig. 2.** Orientation of thinking procedures in solving inventive problems and case system design

#### Описание структуры перспективных кейсов

1. Формат кейсов первого уровня связан с уровнем изобретательских задач (ИЗ). Характеристика ИЗ дана нами в табл. 3. Для достижения целей высокой мотивации обучающихся на данном уровне при коллективном решении задач хорошо зарекомендовали себя малые задачи открытого типа или задачи типа «да–нет» [57]. Накопленный опыт показал, что на них обучающиеся неплохо осваивают следующие базовые инструменты ТРИЗ: понятие ИКР, способы разрешения противоречий (в пространстве–времени и в структуре систем), а также ресурсов как средств разрешения противоречий. Помимо этого, большой интерес у студентов вызывают малые задачи,

отражающие простые, но эффективные решения, сделанные конструкторами СССР в тяжелейшие годы Великой отечественной войны 1941–1945 г. По мере освоения обучающимися названных инструментов уместно добавление в «меню» занятий упражнений по выявлению способов разрешения противоречий в пословицах, анекдотах и карикатурах [15, 16, 35, 36]. Эти упражнения, основанные на многозначности юмора, рифме и ритме паремий, раскрытии их глубоких смыслов хорошо активизируют рефлексивно-эмпатийные «струны» в мышлении обучающихся.

2. Кейсы второго уровня являют собой переходный тип и связаны с описанным в табл. 3 уровнем изобретательских ситуаций (ИС). Если на первом уровне, согласно концепции

П.Я. Гальперина, ориентировочная основа действий обучающихся ещё имеет неполноту, необобщенность и создается ими самостоятельно методом проб и ошибок, то на втором уровне они должны уже получить «точки опоры», облегчающие им исполнительную часть действий. Нам представляется, что при конструировании кейсов этого уровня следует взять за основу регламент описания ситуаций, соответствующий описанию заявки на изобретение (или полезную модель), где есть последовательное отражение разделов: а) область техники; б) уровень техники; в) раскрытие изобретения (Правила составления, подачи и рассмотрения заявки на выдачу патента на изобретение (утв. Приказом Роспатента от 06.06.2003 № 82).

В составе этих работ: 1) выявление аналогов – источников известности в контексте решаемой задачи, а также их недостатков (желательно четкое отражение результатов их критики в форме сопоставительного анализа существенных признаков аналогов и образа заявляемого решения, влияющих на достижение технического результата); 2) выбор прототипа; 3) составление формулы изобретения. На наш взгляд, опора на подобную систему формализованных правил будет полезна даже тем обучающимся, которые не планируют позже заниматься изобретательством и связывают свое будущее с исполнительской деятельностью или администрированием.

В формате кейсов второго уровня особая польза применения систем пословиц (афоризмов) видится нам в подготовке обучающимися презентаций при публичной защите решений задач. Это важный момент формирования «мягких» (социальных) компетенций будущих инженеров, включающих навыки: работы с людьми (в коллективе); мультикультурности; управления вниманием других людей (клиентоориентированности) и др. Известно, что всегда важно «не только людей посмотреть, но и себя показать». Это послужит хорошей подготовкой к защите выпускных квалификационных (дипломных) работ будущими специалистами.

В настоящее время нами подготовлена к реализации в ЮУрГУ(НИУ) система рабочих программ трех взаимосвязанных дисциплин («Функционально-стоимостной анализ и теория ошибок», «Решение изобретательских задач», «Организация продуктивного мышления») в рамках майнора «Теория реше-

ния изобретательских задач» по широкому спектру направлений подготовки в вузе: от 01.03.02 (Прикладная математика и информатика), 02.03.02 (Фундаментальная информатика и информационные технологии) до 09.03.02 (Информационные системы и технологии), 09.03.04 (Программная инженерия) и др. В процессе обучения студентов по данному майнору в течение 3, 4 и 5-го семестров намечена апробация и отработка кейсов второго уровня.

3. Формат кейсов третьего уровня связан с уровнем анализа проблемных (производственных) ситуаций (ПС) и соответствует описанному нами выше формату Кейса 2.0 (табл. 3). Сфера их реализации выходит за пределы вуза и связана с постдипломным обучением инженеров. Это уже режим переподготовки, повышения квалификации и проведения семинаров-тренингов. Работа с кейсами этого уровня предполагает «штучную» работу преподавателя с обучающимися – индивидуальную или индивидуально-коллективную в малых группах. Здесь ориентировочная основа умственных действий, по П.Я. Гальперину, уже становится полной, обобщенной (для класса задач) и создается обучающимися самостоятельно в условиях убывающей роли педагога – «играющего тренера» (педагога-фасилитатора).

По итогам работ по кейсам третьего уровня также важна публичная презентация обучающимися найденных решений с использованием современных эффективных средств визуализации. При публичной защите результатов работы особо ценна рефлексия обучающимися траектории пройденного пути и обоснования причин использования тех или иных инструментов ТРИЗ. Ведь не случайно части 8 и 9 АРИЗ-85В ориентированы на исследование максимального использования ресурсов найденной идеи, а также анализ хода решения задачи.

Описанная система из трех перспективных кейсов пригодна для существенной части существующей системы непрерывного инженерного образования. Поэтому есть смысл первичного авторского осмысления степени реализации в ней арсенала принципов современной дидактики [58]. Для этой цели нами использовалась следующая 5-ти уровневая шкала, где посредством букв обозначены: Н – низкий; Н-С – низко-средний; С – средний; С-В – средне-высокий; В – высокий уровни (табл. 4).

**Таблица 4.** Сравнение дидактических возможностей системы кейсов  
**Table 4.** Comparison of the didactic capabilities of the case system

Принципы дидактики Principles of didactics	Классический вариант (1.0) Classic variant (1.0)	Уровни перспективных кейсов Levels of promising cases		
		1 (учебный) 1 (training)	2 (переходный) 2 (transitional)	3 (Кейс 2.0) 3 (Case 2.0)
Развивающего и воспитывающего обучения Developing and nurturing education	H/L	C/M	C-B/M-H	C-B/M-H
Фундаментализации и профессиональной направленности Fundamentalization and professional orientation	H-C/L-M	C/M	C-B/M-H	B/H
Социокультурного соответствия Socio-cultural fit	H/L	C/M	C-B/M-H	C-B/M-H
Научности и связи теории с практикой Scientific character and theory relation to practice	H-C/L-M	C/M	C-B/M-H	C-B/M-H
Систематичности и системности Systematic and consistency	H-C/L-M	C/M	C-B/M-H	B/H
Сознательности и активности обучающихся Consciousness and activity of students	C-B/M-H	C-B/M-H	C-B/M-H	B/H
Доступности и наращивания трудности Availability and escalating difficulty	C/M	C-B/M-H	C-B/M-H	C-B/M-H
Прочности и осознанности Strength and awareness	H-C/L-M	C-B/M-H	C-B/M-H	B/H
Мотивации и благоприятных эмоций Motivation and favorable emotions	H-C/L-M	C/M	C-B/M-H	B/H
Сочетание методов обучения (наглядности, репродуктивности-продуктивности) Combination of teaching methods (visibility, reproduction-productivity)	H-C/L-M	C-B/M-H	C-B/M-H	B/H
Сочетание форм обучения (индивидуальных, коллективных и т. п.) Combination of education forms (individual, collective, etc.)	C/M	C-B/M-H	C-B/M-H	B/H

\*Н – низкий; H-C – низко-средний; C – средний; C-B – средне-высокий; B – высокий уровни.

\* L – low; L-M – low-medium; M – medium; M-H – medium-high; H – high levels.

В обозримом будущем высокая степень реализации дидактических возможностей представляется нам достижимой лишь по ряду принципов: фундаментализации и систематичности, активности обучающихся, прочности и мотивации, сочетания методов и форм обучения. Другие же принципы дидактики (развивающего и воспитывающего обучения, социокультурного соответствия, связи теории с практикой, доступности и наращивания трудности) могут быть полностью реализованы лишь в системе непрерывного инженерного образования, которая является надсистемой по отношению к системе предлагаемых кейсов.

В завершение отметим, что переход к использованию описанной системы кейсов способен повысить общий уровень инженерной подготовки. Образно говоря, это укрепление всей линии отечественного фронта инженерии. Однако современная Россия остро ну-

ждается в подготовке групп «прорыва», называемых порой «инженерно-технологическим спецназом», т. е. инженерных кадров высшей пробы. Это важная для будущего страны работа в последние годы началась в Санкт-Петербурге, Москве, Томске и других городах страны [59]. Ведь известна фраза Джона Чемберса, возглавлявшего в 1995–2015 гг. корпорацию Cisco Systems, о том, что «инженер мирового класса с пятью коллегами может сделать больше, чем 200 рядовых инженеров». Поэтому мы надеемся, что идеи и предложения, описанные в статье, послужат достижению важнейшей цели – укреплению экономики России.

#### Заключение

Идеального (на все случаи жизни) кейса не было, нет и не будет никогда. Однако его образ служит верным ориентиром на пути создания систем эффективных кейсов для подготовки

будущих инженеров. Перспективы инженерии тесно связаны с формированием у её представителей уверенных компетенций по решению нестандартных задач, т. е. умений разрешать противоречия. Не случайно идет процесс вовлечения инструментария ТРИЗ в практику работы передовых инженерных сообществ [60]. Базовые инструменты ТРИЗ в виде аппаратов обработки проблемных ситуаций, формулирования ИКР, каскадов противоречий, поиска способов и приемов их разрешения, а так-

же ресурсного анализа претендуют на роль инвариантного системного ядра – основы опережающего профессионального образования. Продвинутое использование пословиц в кейсах для будущих инженеров способны не только гуманизировать учебный процесс, но и повысить качество обучения в целом за счет активизации рефлексивно-эмпатийной деятельности обучающихся, достижения гармонии работы рациональных и эмоционального начал в их мышлении.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лихолетов В.В. Императив интеллектуализации и наращивания общей культуры инженерных кадров // *Инженерное образование*. – 2015. – Вып. 17. – С. 89–98.
2. Benkler Y. *The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom*. – New Haven: Yale University Press, 2006. – 515 p.
3. Burt R.S. *Structural holes: the social structure of competition*. – Cambridge (MA): Harvard University Press, 1992. – 323 p.
4. Heinrich H.W. *Industrial accident prevention: a scientific approach*. – NY: McGraw-Hill Book Company, 1931. – 480 p.
5. Reason J. *Human error*. – Cambridge: Cambridge University Press, 1990. – 302 p.
6. Rasmussen J. *Information processing and human-machine interaction: an approach to cognitive engineering*. – Exeter: Elsevier Science Ltd, 1986. – 215 p.
7. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария ТРИЗ для формирования навыков инженеров будущего // *Инженерное образование*. – 2020. – Вып. 27. – С. 6–26.
8. Шаров А. Принципы и методы рефлексивного обучения в вузе // *Высшее образование в России*. – 2008. – № 6. – С. 110–114.
9. Добрускин М.Е. Роль гуманитарного образования в подготовке инженеров // *СОЦИС*. – 2001. – № 9. – С. 95–98.
10. Гачев Г.Д. *Книга удивлений, или естествознание глазами гуманитария, или образы в науке*. – М.: Педагогика, 1991. – 270 с.
11. Заде Лотфи А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
12. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2000. – 32 с.
13. Тихомирова С.А. *Физика в загадках, пословицах, сказках, поэзии, прозе и анекдотах*. – М.: Мнемозина, 2008. – 152 с.
14. Паркин М. *Сказки для управления изменениями. Как использовать сказки для развития людей и организаций*. – М.: Добрая книга, 2007. – 240 с.
15. Лихолетов В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму анекдота. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 59 с.
16. Лихолетов В.В. Понятийный аппарат функционально-стоимостного анализа и теории решения изобретательских задач через призму карикатуры. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2000. – 87 с.
17. Прохорова М.П., Ваганова О.И., Чихутова А.Д. Задачный подход при реализации технологии кейс-обучения // *Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования*. – 2018. – № 7 (33). – Т. 2. – С. 130–134.
18. Белоусова Н.Д. Кейс-технология как средство развития технического мышления студентов при изучении инженерной графики // *Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: Материалы 22-й междунар. науч.-практ. конф.* – Екатеринбург: РГППУ, 2017. – С. 194–197.
19. Дырдина Е.В., Гаврилов А.А. Опыт использования кейс-метода в преподавании механики студентам-архитекторам // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2016. – № 7 (195). – С. 12–17.
20. Королев А.С., Куликов Ю.А. «Case-study» метод и его применение в подготовке инженеров-электроэнергетиков в России // *Электроэнергия. Передача и распределение*. – 2018. – № 2 (47). – С. 140–145.
21. Липатникова И.Г., Мечик С.В. Кейс-технология как одно из средств подготовки будущих инженеров к анализу и оценке химико-технологического процесса // *Педагогическое образование в России*. – 2018. – № 4. – С. 78–84.



22. Роль инженерных кейсов в подготовке молодых специалистов. URL: <https://hr-media.ru/rol-inzhenernyh-kejsov-v-podgotovke-molodyh-spetsialistov/#.YjlmQVVBzmmh> (дата обращения 05.07.2020).
23. Вагина М.В. Использование метода кейс-стади как образовательной технологии // Вестник Северо-Западного отделения РАО. – 2013. – № 1 (13). – С. 16–18.
24. Мирза Н.В., Умпирович М.И. Кейс-метод как современная технология профессионально ориентированного обучения студентов // European science review. – 2014. – № 3–4. – С. 82–85.
25. Ситуационный анализ или анатомия кейс-метода / под ред. Ю.П. Сурмина. – Киев: Центр инноваций и развития, 2002. – 286 с.
26. Российский менеджмент: учебные конкретные ситуации. Кн. 2. Общий и стратегический менеджмент. Маркетинг. Финансовый менеджмент. Организационное поведение и управление персоналом / науч. ред и сост. А.М. Зобов, Б.Н. Киселев. – М.: ГУУ, 1998. – 1032 с.
27. Тимохов В.И. Кейс: средство массового обучения ТРИЗ. URL: [https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis\\_Timokhov.pdf](https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis_Timokhov.pdf) (дата обращения 05.07.2020).
28. Тимохов В. ТРИЗ всему голова, или МВА отдыхает. URL: <http://careerist-ru.livejournal.com/18243.html> (дата обращения 11.05.2020).
29. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Гидростеклоизол: разбор решения технической проблемы. – М.: Народное образование, 2009. – 70 с.
30. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Кейс «Карьер». «Как повысить эффективность проекта». – М.: Народное образование, 2009. – 120 с.
31. Тимохов В.И., Подкатилин А.В. Кейс «Деньги на бочку». – М.: Изд-во «Trizbook», 2014. – 121 с.
32. Подкатилин А.В., Тимохов В.И. Креативный инструмент «Пятишаговка». – М.: Изд-во «Trizbook», 2014. – 132 с.
33. Подкатилин А.В. ТРИЗ и ТЭР в траблшутинге. Практика эффективного решения «неразрешимых» управленческих проблем малого и среднего бизнеса. URL: <https://www.trizland.ru/trizba/2975> (дата обращения 21.02.2020).
34. Stevens G., Burley J. 3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success! // Research Technology Management. – 1997. – № 3 (40). – Р. 16–27.
35. Лихолетов В.В. Управленческая гуманитарология или роль пословицы в образовании // Народное образование. – 2002. – № 5. – С. 111–113.
36. Лихолетов В.В. Возможность использования пословиц в качестве учебных ситуаций в обучении // Вестник ЮУрГУ. Сер. «Образование, здравоохранение, физическая культура». – 2007. – Вып. 11. – № 6 (78). – С. 69–73.
37. Савицкая Т.Е. Интернет-мемы как феномен массовой культуры // Культура в современном мире. 2013. – № 3. – URL: [http://infoculture.rsl.ru/donArch/home/KVM\\_archive/articles/2013/03/2013-03\\_r\\_kvms3.pdf](http://infoculture.rsl.ru/donArch/home/KVM_archive/articles/2013/03/2013-03_r_kvms3.pdf) (дата обращения 21.02.2020).
38. Канашина С.В. Что такое интернет-мем? // Научные ведомости БелГУ. Сер. Гуманитарные науки. – 2017. – № 28 (277). – Вып. 36. – С. 85–90.
39. Докинз Р. Эгоистичный ген. – М.: Мир, 1993. – 318 с.
40. Голубева А.Р., Семилет Т.А. Мем как феномен культуры // Культура и текст. – 2017. – № 3 (30). – С. 193–205.
41. Птушенко А.В. Системная парадигма права. – М.: Московский издательский дом, 2004. – 448 с.
42. Кузнецов В.И. Принципы активной педагогики: Что и как преподавать в современной школе. – М.: Академия, 2001. – 120 с.
43. Панин Д.М. Теория густот. Опыт христианской философии конца XX века. – М.: Мысль, 1993. – 294 с.
44. Гиренок Ф.И. Клиповое сознание. – М.: Академический проект, 2014. – 249 с.
45. Лихолетов В.В. Иллюстрация действия законов развития технических систем на примере курса «Конструкции из дерева и пластмасс». – Челябинск: ЧГТУ, 1992. – 85 с.
46. Лихолетов В.В., Клименко В.З. Технічні системи і будівельні конструкції / на прикладах курсу «Конструкції з дерева і пластмасс». – Київ: НМК ВО, 1992. – 128 с.
47. Блохин А.В. Сущность и понятия системной инженерии // Молодой ученый. – 2020. – № 10 (300). – С. 88–91.
48. Р 50-605-80-93. Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения (утв. Приказом ВНИИ стандарта от 9.07.1993 г. № 18).
49. Знаков В.В. Психология понимания: проблемы и перспективы. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2005. – 448 с.
50. Луков В.А., Луков Вл.А. Тезаурусы II: Тезаурусный подход к пониманию человека и его мира. – М.: Изд-во Нац. ин-та бизнеса, 2013. – 640 с.
51. Шедровицкий Г.П. Организационно-деятельностная игра. Сборник текстов. – М.: Наследие ММК, 2004. – 288 с.
52. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. – М.: Советское радио, 1979. – 175 с.

53. 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.
54. Шпаковский Н.А., Новицкая Е.А. ТРИЗ. Практика целевого изобретательства. – М.: ФОРУМ, 2011. – 336 с.
55. Лихолетов В.В. Типология задачных систем и их взаимосвязь в инженерном образовании, инженерном деле и изобретательстве // Инженерное образование. – 2019. – Вып. 25. – С. 105–118.
56. Лихолетов В.В., Годлевская Е.В. О системно-философском и инструментальном базисе элитной подготовки будущих инженеров // Инженерное образование. – 2018. – Вып. 23. – С. 45–54.
57. Лихолетов В.В. Освоение технологий постановки и решения задач посредством имитационных игр «да-нет» // Методика вузовского преподавания: Материалы 4-й межвуз. науч.-метод. конф. – Челябинск: Изд-во ЧГПУ, 2000. – С. 30–33.
58. Загвязинский В.И. Теория обучения. Современная интерпретация. – М.: ИЦ «Академия», 2001. – 192 с.
59. Как в Политехе готовят инженерный спецназ. URL: <https://www.spbstu.ru/media/news/education/how-to-prepare-engineering-polytechnic-institute-swat/> (дата обращения 21.02.2020).
60. Hiltmann K., Thurnes Ch., Adunka R. Standard VDI 4521 Part 1 in Blueprint. URL: <https://docplayer.com/86676947-Standard-vdi-4521-part-1-in-blueprint.html> (дата обращения 21.02.2020).

Дата поступления 03.08.2021 г.



UDC 165+37+62

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_1

## IDEAL CASE: SEARCH FOR EFFECTIVE DIDACTIC TOOLS FOR SYSTEMIC TRAINING OF FUTURE ENGINEERS

**Valery V. Likholetov,**

Dr. Sc., Cand. Sc., professor,

likholetov@yandex.ru

South Ural State University,

76, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080, Russia.

The problem of increasing the systematic training of future engineers is discussed, the results of the search for effective didactic means to achieve the goal are presented. An overview of the development of the case method and the difficulties of its application in the field of engineering training is given. A hypothesis about the suitability of using ensembles of complementary proverbs and concise inventive situations with contradictions as the basis for constructing effective cases for the system training of future engineers was put forward. The range of requirements for the features of an «ideal» case is stated in the form of contradictions. An attempt to reveal the structure and potential of the system of promising cases was made to solve the problem of humanization and fundamentalization of engineering training. **The purpose** of the study is to find approaches and effective didactic tools to improve the system training of future engineers. **Novelty.** It is proposed to build effective cases for the systematic training of future engineers based on systems of complementary pairs of proverbs and basic tools of the theory of inventive problem solving. **Methodology and research methods:** systemic and dialectical approaches; law of the life cycle and the general laws of organization, functioning and development of systems; formal and dialectical logic; principles of didactics and concepts of developing education; concept of reciprocal transfer of natural science and humanities knowledge; methods of analogy and idealization; tools of the theory of inventive problem solving; situation analysis method (case method); developments on the theory of advanced reflection of reality of P.K. Anokhin; methods of reflection and empathy. **Results.** The image of an ideal case is generated in the form of contradictions. The prospects of constructing a system of cases that reveal to students the secrets of inventive creativity and reflect the effectiveness of the inventive problem solving theory tools in solving real production problems are revealed. The possibility of a phased use of the huge functional potential of proverbs for creating promising engineering cases is comprehended. It is shown that the systems of proverbs (their complementary pairs, like bi-systems) deeply and figuratively describe absolutely all phases of the complete life cycle of technical systems in the language of utmost clarity: from their conception and design to disposal (including calculations of the strength of nodes, rigidity and stability of structural elements, establishing the correct ratios of hardness and other properties of materials, etc.). The proposed system of promising cases is didactically correct, corresponds to the ideas of developing education and is focused on improving the quality of engineering education in the country.

**Key words:** analogy in cognition, engineering and engineering education, creativity and systematic thinking, case method, reflection and empathy, proverbs and fairy tales, humanization and intellectualization of education.

### REFERENCES

1. Likholetov V.V. The imperative of engineering staff's intellectualization and common culture enhancement. *Engineering education*, 2015, Iss. 17, pp. 89–98. In Rus.
2. Benkler Y. *The wealth of networks: how social production transforms markets and freedom*. New Haven, Yale University Press, 2006. 515 p.
3. Burt R.S. *Structural holes: the social structure of competition*. Cambridge (MA), Harvard University Press, 1992. 323 p.
4. Heinrich H.W. *Industrial accident prevention: a scientific approach*. NY, McGraw-Hill Book Company, 1931. 480 p.
5. Reason J. *Human error*. Cambridge, Cambridge University Press, 1990. 302 p.
6. Rasmussen J. *Information processing and human-machine interaction: an approach to cognitive engineering*. Exeter, Elsevier Science Ltd, 1986. 215 p.
7. 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 Rus.
8. Sharov A. Printsipy i metody reflektivnogo obucheniya v vuzе [Principles and methods of reflective learning at the university]. *Vyshee Obrazovanie v Rossii*, 2008, no. 6, pp. 110–114.
9. Dobruskin M.E. Rol gumanitarnogo obrazovaniya v podgotovke inzhenerov [The role of liberal education in the training of engineers]. *Sociological Studies*, 2001, no. 9, pp. 95–98.

10. Gachev G.D. *Kniga udivleniy, ili estestvoznaniye glazami gumanitariya, ili obrazy v nauke* [The Book of surprises, or natural history through the eyes of a humanist, or images in science]. Moscow, Pedagogika Publ., 1991. 270 p.
11. Zade Lotfi A. *Ponyatiye lingvisticheskoy peremennoy i ego primenenie k prinyatiyu priblizhennykh resheniy* [The concept of a linguistic variable and its application to making approximate decisions]. Moscow, Mir Publ., 1976. 165 p.
12. Arnold V.I. «Zhestkie» i «myagkie» matematicheskie modeli [«Hard» and «soft» mathematical models]. Moscow, MTSNMO Publ., 2000. 32 p.
13. Tikhomirova S.A. *Fizika v zagadkakh, poslovitsakh, skazkakh, poezii, proze i anekdotakh* [Physics in riddles, proverbs, fairy tales, poetry, prose and anecdotes]. Moscow, Mnemozina Publ., 2008. 152 p.
14. Parkin M. *Skazki dlya upravleniya izmeneniyami. Kak ispolzovat skazki dlya razvitiya lyudey i organizatsiy* [Tales for change management. How to use fairy tales for the development of people and organizations]. Moscow, Dobraya kniga Publ., 2007. 240 p.
15. Likholetov V.V. *Ponyatiyny apparat funktsionalno-stoimostnogo analiza i teorii resheniya izobretatel'skikh zadach cherez prizmu anekdota* [The conceptual apparatus of functional cost analysis and the theory of inventive problem solving through the prism of an anecdote]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2000. 59 p.
16. Likholetov V.V. *Ponyatiyny apparat funktsionalno-stoimostnogo analiza i teorii resheniya izobretatel'skikh zadach cherez prizmu karikatury* [Conceptual apparatus of functional cost analysis and the theory of inventive problem solving through the prism of caricature]. Chelyabinsk, YuUrGU Publ., 2000. 87 p.
17. Prokhorova M.P., Vaganova O.I., Chikhutova A.D. *Zadachny podkhod pri realizatsii tekhnologii keys-obucheniya* [Task approach in the implementation of case-learning technology]. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*, 2018, no. 7 (33), vol. 2, pp. 130–134.
18. Belousova N.D. *Keys-tekhnologiya kak sredstvo razvitiya tekhnicheskogo myshleniya studentov pri izuchenii inzhenernoy grafiki* [Case technology as a means of developing students' technical thinking in the study of engineering graphics]. *Innovatsii v professionalnom i professionalno-pedagogicheskom obrazovanii. Materialy 22-y mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Innovations in professional and professional pedagogical education. Proc. of the 22<sup>nd</sup> International scientific-practical conference]. Ekaterinburg, RGPPU Publ., 2017. pp. 194–197.
19. Dyrkina E.V., Gavrilov A.A. *Opyt ispolzovaniya keys-metoda v prepodavanii mekhaniki studentam-arkhitektozam* [Experience in using the case method in teaching mechanics to student architects]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2016, no. 7 (195), pp. 12–17.
20. Korolev A.S., Kulikov Yu.A. «Case-study» metod i ego primenenie v podgotovke inzhenerov-elektroenergetikov v Rossii [«Case-study» method and its application in the training of power engineers in Russia]. *Elektroenergiya. Peredacha i raspredeleniye*, 2018, no. 2 (47), pp. 140–145.
21. Lipatnikova I.G., Mechik S.V. *Keys-tekhnologiya kak odno iz sredstv podgotovki budushchikh inzhenerov k analizu i otsenke khimiko-tekhnologicheskogo protsessa* [Case technology as one of the means of preparing future engineers for the analysis and evaluation of the chemical-technological process]. *Pedagogicheskoe obrazovaniye v Rossii*, 2018, no. 4, pp. 78–84.
22. *Rol inzhenernykh keysov v podgotovke molodykh spetsialistov* [The role of engineering cases in the training of young specialists]. Available at: <https://hr-media.ru/rol-inzhenernyh-kejsov-v-podgotovke-molodyh-spetsialistov/#.YjlmQVVBz mh> (accessed 5 July 2020).
23. Vagina M.V. *Ispolzovanie metoda keys-stadi kak obrazovatelnoy tekhnologii* [Using the case-study method as an educational technology]. *Vestnik Severo-Zapadnogo otdeleniya RAO*, 2013, no. 1 (13), pp. 16–18.
24. Mirza N.V., Umpirovich M.I. *Keys-metod kak sovremennaya tekhnologiya professional'no oriyentirovannogo obucheniya studentov* [Case method as a modern technology for professionally oriented student learning]. *European science review*, 2014, no. 3–4, pp. 82–85.
25. *Situatsionnyy analiz ili anatomiya keys-metoda* [Situational analysis or anatomy of a case method]. Ed. by Yu.P. Surmina. Kiev, Tsentr innovatsiy i razvitiya Publ., 2002. 286 p.
26. *Rossiyskiy menedzhment: uchebnye konkretnye situatsii. Kniga. 2. Obshchiy i strategicheskii menedzhment. Marketing. Finansovy menedzhment. Organizatsionnoe povedenie i upravlenie personalom* [Russian management: training specific situations. B. 2. General and strategic management. Marketing. Financial management. Organizational behavior and personnel management]. Eds. A.M. Zobov, B.N. Kiselev. Moscow, GUU Publ., 1998. 1032 p.
27. Timokhov V.I. *Keys: sredstvo massovogo obucheniya TRIZ* [Case: TRIZ mass learning tool]. Available at: [https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis\\_Timokhov.pdf](https://www.trizland.ru/trizba/pdf-articles/keis_Timokhov.pdf) (accessed 5 July 2020).
28. Timokhov V. *TRIZ vsemu golova, ili MBA otdykhayet* [TRIZ is the head of everything, or MBA is resting]. Available at: <http://careerist-ru.livejournal.com/18243.html> (accessed 11 November 2020).
29. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Gidrostekloizol: razbor resheniya tekhnicheskoy problem* [Gidrostekloizol: analysis of the solution of a technical problem]. Moscow, Narodnoye obrazovanie Publ., 2009. 70 p.

30. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Keys «Karyer». «Kak povysit effektivnost proekta»* [Case «Karyer». «How to improve the efficiency of the project»]. Moscow, Narodnoe obrazovanie Publ., 2009. 120 p.
31. Timokhov V.I., Podkatilin A.V. *Keys «Dengi na bochku»* [Case «Dengi na bochku»]. Moscow, Trizbook Publ., 2014. 121 p.
32. Podkatilin A.V., Timokhov V.I. *Kreativny instrument «Pyatishagovka»* [Creative tool «Five-step»]. Moscow, Trizbook Publ., 2014. 132 p.
33. Podkatilin A.V. *TRIZ i TER v trablshutinge. Praktika effektivnogo resheniya «nerazreshimyykh» upravlencheskikh problem malogo i srednego biznesa* [TRIZ and TER in troubleshooting. The practice of effectively solving «insoluble» managerial problems of small and medium-sized businesses]. Available at: <https://www.trizland.ru/trizba/2975> (accessed 21 February 2020).
34. Stevens G., Burley J. 3000 Raw Ideas = 1 Commercial Success! *Research Technology Management*, 1997, no. 3 (40), pp. 16–27.
35. Likholetov V.V. Upravlencheskaya gumanitarologiya ili rol poslovitsy v obrazovanii [Management humanities or the role of proverbs in education]. *Narodnoe obrazovanie*, 2002, no. 5, pp. 111–113.
36. Likholetov V.V. Vozmozhnost ispolzovaniya poslovits v kachestve uchebnykh situatsiy v obuchenii [Possibility of using proverbs as learning situations in teaching]. *Vestnik YuUrGU. Seriya Obrazovanie, zdavookhraneniye, fizicheskaya kultura*, 2007, Iss. 11, no. 6 (78), pp. 69–73.
37. Savitskaya T.E. Internet-memy kak fenomen massovoy kultury [Internet memes as a phenomenon of mass culture]. *Kultura v sovremennom mire*, 2013, no. 3. Available at: [http://infoculture.rsl.ru/don-Arch/home/KVM\\_archive/articles/2013/03/2013-03\\_r\\_kvms3.pdf](http://infoculture.rsl.ru/don-Arch/home/KVM_archive/articles/2013/03/2013-03_r_kvms3.pdf) (accessed 21 February 2020).
38. Kanashina S.V. Chto takoe internet-mem? [What is an internet meme?]. *Nauchnye vedomosti BelGU. Seriya Gumanitarnye nauki*, 2017, no. 28 (277), Iss. 36, pp. 85–90.
39. Dokinz R. *Egoistichny gen* [The selfish gene]. Moscow, Mir Publ., 1993. 318 p.
40. Golubeva A.R., Semilet T.A. Mem kak fenomen kultury [Meme as a phenomenon of culture]. *Kultura i tekst*, 2017, no. 3 (30), pp. 193–205.
41. Ptushenko A.V. *Sistemnaya paradigma prava* [System paradigm of law]. Moscow, Moscow Publ. house, 2004. 448 p.
42. Kuznetsov V.I. *Printsipy aktivnoy pedagogiki: chto i kak prepodavat v sovremennoy shkole* [Principles of active pedagogy: what and how to teach in a modern school]. Moscow, Akademiya Publ., 2001. 120 p.
43. Panin D.M. *Teoriya gustot. Opyt khristianskoy filosofii kontsa XX veka* [Density theory: an experience of philosophy at the end of the 20<sup>th</sup> century]. Moscow, Mysl Publ., 1993. 294 p.
44. Girenok F.I. *Klipovoe soznanie* [Clip consciousness]. Moscow, Akademicheskii proekt Publ., 2014. 249 p.
45. Likholetov V.V. *Illyustratsiya deystviya zakonov razvitiya tekhnicheskikh sistem na primere kursa «Konstruktsii iz dereva i plastmass»* [Illustration of the operation of the laws of development of technical systems on the example of the course «Designs made of wood and plastics»]. Chelyabinsk, CHGTU Publ., 1992. 85 p.
46. Likholetov V.V., Klimenko V.Z. *Technical systems and alarm constructions/on butts to the course «Designs from wood and plastics»*. Kiev, NMK VO Publ., 1992. 128 p. In Ukr.
47. Blokhin A.V. Sushchnost i ponyatiya sistemnoy inzhenerii [Essence and concepts of system engineering]. *Molodoy ucheny*, 2020, no. 10 (300), pp. 88–91.
48. R 50-605-80-93. *Sistema razrabotki i postanovki produktsii na proizvodstvo. Terminy i opredeleniya (utv. Prikazom VNIIstandarta ot 9.07.1993 g. № 18)* [R 50-605-80-93. System for the development and production of products. Terms and definitions (approved by the Order of VNIIstandart dated July 9, 1993 No. 18)].
49. Znakov V.V. *Psikhologiya ponimaniya: problemy i perspektivy* [Psychology of understanding: problems and prospects]. Moscow, Institut psikhologii RAN Publ., 2005. 448 p.
50. Lukov V.A., Lukov V.I. *Tezaurusy II: tezaurusny podkhod k ponimaniyu cheloveka i ego mira* [Thesaurus II: a thesaurus approach to understanding man and his world]. Moscow, Natsionalny institut biznesa Publ., 2013. 640 p.
51. Shchedrovitskiy G.P. *Organizatsionno-deyatelnostnaya igra. Sbornik tekstov* [Organizational and activity game. Collection of texts]. Moscow, Nasledie MMK Publ., 2004. 288 p.
52. Altshuller G.S. *Tvorchestvo kak tochnaya nauka* [Creativity as an exact science]. Moscow, Sovetskoe radio Publ., 1979. 175 p.
53. Ivanov G.I., Bystritskiy A.A., Nikitin V.N. *Algoritm vybora izobretatelskoy zadachi iz prizvodstvennoy situatsii AVIZ(p)-93* [Algorithm for selecting an inventive problem from a production situation AVIZ(p)-93]. Angarsk, 1993. 32 p. Rukopis dep. v CHOUNB 02.02.1994, № 1709 [Manuscript dep. in CHUNB 02.02.1994, no. 1709].
54. Shpakovskiy N.A., Novitskaya E.L. *TRIZ. Praktika tselevogo izobretatelstva* [TRIZ. The practice of targeted invention]. Moscow, FORUM Publ., 2011. 336 p.
55. Likholetov 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.

56. Likholetov V.V., Godlevskaya E.V. About the system-philosophical and instrumental basis elite preparation of future engineers. *Engineering education*, 2018, Iss. 23, pp. 45–54. *In Rus.*
57. Likholetov V.V. Osvoenie tekhnologiy postanovki i resheniya zadach posredstvom imitatsionnykh igr «da–net» [Mastering technologies for setting and solving problems through yes–no simulation games]. *Metodika vuzovskogo prepodavaniya. Materialy 4-y mezhvuzovskoy nauchno-metodicheskoy konferentsii* [University teaching methods. Materials of the 4<sup>th</sup> interuniversity scientific methodical conference]. Chelyabinsk, CHGPU Publ., 2000. pp. 30–33.
58. Zagvyazinskiy V.I. *Teoriya obucheniya. Sovremennaya interpretatsiya* [Theory of learning. Modern interpretation]. Moscow, Akademiya Publ., 2001. 192 p.
59. *Kak v Politekhe gotovyat inzhenerny spetsnaz* [How engineering special forces are trained at the Polytechnic University]. Available at: <https://www.spbstu.ru/media/news/education/how-to-prepare-engineering-polytechnic-institute-swat/> (accessed 21 February 2020).
60. Hiltmann K., Thurnes Ch., Adunka R. *Standard VDI 4521 Part 1 in Blueprint*. Available at: <https://docplayer.com/86676947-Standard-vdi-4521-part-1-in-blueprint.html> (accessed 21 February 2020).

Received: 3 August 2021.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_2

## ИНЖЕНЕРНЫЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ: ИССЛЕДОВАТЬ, ПРОЕКТИРОВАТЬ, УПРАВЛЯТЬ

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

кандидат технических наук, профессор,  
solovjev@mail.ru

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

кандидат педагогических наук, доцент,  
olovjev@mail.ru

- <sup>1</sup> Старооскольский технологический институт (филиал НИТУ «МИСиС»), Россия, 309516, г. Старый Оскол, мкр. Макаренко, 42.
- <sup>2</sup> Старооскольский филиал Российского государственного геологоразведочного университета им. С. Орджоникидзе (МГРИ), Россия, 309514, г. Старый Оскол, ул. Ленина, 14/13.

Рассматривается проблема стандартизации в профессиональном образовании. Показано несоответствие образовательных стандартов требованиям сферы труда. Действующие ФГОСы ВО не отражают специфики подготовки выпускников, поэтому бессмысленно разрабатывать их для каждого направления (специальности). Целесообразно разработать обобщенные стандарты для уровней высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) различных сфер профессиональной деятельности (техника и технологии, информатика, наука, педагогика и другие). Предложено использовать общий подход к подготовке будущих инженеров (специалистов и бакалавров техники и технологии), компетентности которых сводятся в широком смысле к умению: исследовать, проектировать и управлять. Для формирования современного специалиста превалирующим должно стать развивающее обучение, направленное на всестороннее развитие личности. С наибольшим эффектом это будет реализовываться при использовании системы обучения в классах ведущих преподавателей.

**Ключевые слова:** Образовательный стандарт, компетентность, качество образования, образовательная программа, инженер, профессиональная деятельность.

Будущее принадлежит компетентным людям.

*Б. Трейси*  
Английский специалист по управлению временем  
и повышению эффективности труда

### Проблемы в инженерном образовании

В фундаментальной работе Я.И. Кузьмина-ва и М.М. Юдкевич выражено накопившееся в педагогической общественности мнение о бесполезности модернизации ФГОС 3 [1]. Авторы считают, что в настоящее время требования ФГОСов никак не гарантируют ни качества освоения образовательных программ, ни даже соответствия содержания образования современным представлениям [1]. Это значит, что ФГОС 3 ++ не соответствует требованиям, прежде всего, сферы труда.

Как отметил В.С. Сенашенко, «сопряжение, или «увязка», высшего образования и сферы труда представляет собой многокомпонентную проблему, решение которой возможно лишь при согласованном с единых позиций рассмотрении всех её составляющих» [2]. К сожа-

лению, за весь период реализации образовательных стандартов эта проблема так и не была решена.

О необходимости обратить внимание на проблемы профессионального образования, в том числе инженерного, было заявлено еще в 2018 г. в послании Федеральному собранию Президента РФ В.В. Путина, который отметил, что нужно в короткие сроки провести модернизацию системы профессионального образования, добиться качественного изменения в подготовке студентов, прежде всего по перспективным направлениям технологического развития.

Итак, нужны новые подходы в совершенствовании профессионального образования, которые должны учитывать принципиальные изменения сферы труда. Выпускники вузов



теперь должны соответствовать требованиям современной экономики, где господствует рынок потребителя и сильная конкуренция. В рыночной экономике происходит динамичное улучшение качества продукции и услуг, которое обеспечивают рабочие и специалисты. Значит, на такое развитие экономики должны быть ориентированы образовательные программы вузов.

Современное производство и сфера услуг в своей деятельности используют принципы менеджмента качества, ставшие основой систем управления.

Различия в принципах традиционного менеджмента и менеджмента качества наиболее четко выражены в концепциях их лидеров. Ядром концепции Форда–Тейлора (традиционный менеджмент) была позиция «производство – это механизм», в котором люди должны работать как элементы хорошо отлаженной системы, ядром концепции фирмы «Тойота» (менеджмент качества) стала позиция «производство – это организм», и человек должен являться в нем главной действующей фигурой (табл. 1) [3].

Рассмотрим отличие этих систем управления на примере позиции 5 – выполнение плана предприятия (организации). В традиционном менеджменте осуществляется «проталкивание плана», т. е. известная нам по советским временам штурмовщина в конце месяца (квартала, года). А в современном управлении происходит «вытягивание плана», т. е. весь коллектив без принуждения сверху находит пути выполнения плановых заданий.

Принципиально изменилась структура управления (принцип 6), в которой теперь основную роль играют не вертикальные (приказные) связи, а горизонтальные – согласующие.

Как отмечено в работе [4. С. 43], «меняются времена, меняются технологии, скорость смены технологий достигла невиданных ранее масштабов. Индустрии 4.0 нужен новый инженер, не только и не столько хорошо владеющий конкретной технологией, сколько обладающий системным мышлением, способный организовать взаимодействие различных технологий».

Ректор Сколковского института науки и технологий А. Кулешов заявил: «В инженерный мир в последние двадцать лет резко ворвался компьютер, который, по существу, всю ситуацию полностью изменил. Сегодня инженер – это человек, который работает с

компьютером. Это его главный напарник... В связи с этим должна кардинально измениться вся система обучения в инженерном образовании» [5].

Корпорациям больше не нужны просто инженеры. Они ищут людей с инженерным мышлением, управленческими и гибкими навыками. Высокотехнологичные предприятия во всем мире испытывают дефицит квалифицированных инженерных кадров новой генерации.

Но в то же время реальная экономика требует линейных инженеров. На заседании Совета по науке и образованию 23 июня 2014 г. В.В. Путин в своем выступлении отметил, что навыки, компетенции, знания линейных инженеров во многом определяют надежность, эффективность производственного процесса, внедрение новых технологий, качество конечного продукта.

Кто же такие линейные инженеры? Прежде всего, это те, кто находится рядом с рабочими непосредственно в шахтах, металлургических и машиностроительных цехах, на нефтепромыслах, строительных площадках и на многих других производствах. Они осуществляют контроль, выявляют несоответствия и осуществляют коррекцию технологического процесса, руководят рабочими.

На пленарной сессии международной сетевой конференции «Региональное развитие: новые вызовы для инженерного образования – СИНЕРГИЯ-2021», прошедшей в Казанском национальном исследовательском технологическом университете с 19 по 20 октября 2021 г. президент Ассоциации инженерного образования России Ю.П. Похолков отметил: «К сожалению, мы отстаем от подготовки специалистов, нацеленных на создание новых образцов техники и технологий, и больше внимания уделяем дополнительным компетенциям, в том числе IT. Но инженер должен быть подготовлен к работе в конкретных направлениях, должен уметь делать автомобили, самолёты, проектировать электрические сети» [6. С. 113].

Конечно, нельзя не учитывать, что за эти годы в производственные процессы стремительно «ворвалась» цифровизация и автоматизация на ее базе. Многими процессами уже не нужно управлять в ручном режиме, они будут заменяться искусственным интеллектом. На крупных предприятиях должности техников упразднены, сокращаются должности линейно-

**Таблица 1.** Сравнение традиционного менеджмента и менеджмента качества  
**Table 1.** Comparison of traditional management and quality management

	<b>Производственная система Форда–Тейлора</b> <b>Ford–Taylor production system</b>	<b>Производственная система «Тойота»</b> <b>Toyota production system</b>
1	Наем работников по контракту (1–3–5 лет). В случае неуспеха контракт не продлевается (люди так же взаимозаменяемы, как и гайки) Hiring contract workers (1–3–5 years). In case of failure, the contract does not extend (people are as interchangeable as nuts)	Пожизненный наем работников. Обучение, мотивация, переквалификация. Индивидуальная кадровая работа Lifetime employment of workers. Training, motivation, retraining. Individual staffing
2	Разделение технологических операций между исполнителями. Операционные станки. Законченный продукт создается за несколько операций несколькими исполнителями Separation of technological operations between performers. Operating machines. The finished product is created in several operations by several performers.	Комплексирование операций у одного исполнителя. Технологические модули. Законченный продукт создается одним исполнителем Combination of operations for one performer. Technological modules. The finished product is created by one performer
3	Ритм работника подчиняется ритму технологического процесса. Изменение ритма технологического процесса (остановка конвейера) – ЧП The rhythm of the worker is subject to the rhythm of the technological process. Changing the rhythm of the technological process (stopping the conveyor) – is an extraordinary event	Ритм процесса определяется работником. Изменение ритма технологического процесса (остановка конвейера) – его обязанность при ухудшении качества и является нормой The rhythm of the process is determined by the worker. Changing the rhythm of the technological process (stopping the conveyor) is his duty when the quality deteriorates and it is the norm
4	Разделение производства и управления. Контроль результатов труда отдельным органом (ОТК) Separation of production and management. Control of labor results by a separate body	Делегирование полномочий в управлении работникам. Самоконтроль. «Кружки качества» – форма самоуправления работников Delegation of authority in management to employees. Self-control. «Quality circles» is a form of self-management of employees
5	Планирование сверху. «Проталкивание плана» Planning from above. «Pushing the Plan»	«Вытягивание плана» «Pulling out the plan»
6	Иерархическая структура управления (главные связи вертикальные) Hierarchical management structure (the main relations are vertical)	Органическая (матричная) структура управления (горизонтальные связи не менее важны, чем вертикальные) Organic (matrix) management structure (horizontal links are no less important than vertical ones)
7	Бюрократическая структура. Творчество в пределах штатного расписания и должностной инструкции Bureaucratic structure. Creativity within the staffing table and job description	Рабочие группы. Стимуляция творческой активности Working groups. Stimulation of creative activity
8	Стандарт как закон. Максимальная стандартизация и унификация. Качество как результат точного выполнения стандартов и норм Standard as law. Maximum standardization and unification. Quality as a result of exact implementation of standards and norms	Стандарт как рекомендация. Качество как результат постоянного совершенствования работников и процессов Standard as a recommendation. Quality as a result of continuous improvement of people and processes.
9	Абсолютный приоритет максимальной прибыли над другими показателями качества управления Absolute priority of maximum profit over other indicators of management quality	Прибыль – один из многих важных показателей качества управления Profit is one of the many important indicators of the quality of management
10	Технология определяется технико-экономическими соображениями. Работник подстраивается к заданной технологии Technology is determined by technical and economic considerations. The employee adapts to the given technology	Технология определяется соображениями создания условий для качественного труда работников Technology is determined by considerations of creating conditions for the quality work of workers
11	Нормы выработки для работников. Хорошей работой считается такая, когда норма выполнена. Оплата труда на основе норм или сдельная Production rates for workers. A good job is one when the norm is fulfilled. Wages based on norms or piecework	Разумное руководство процессом вместо норм выработки. Оплата по достигнутому результату Reasonable process management instead of performance standards. Pay based on results

го управленческого персонала (мастер участка, технолог цеха и ряд других). А вот на средних и малых предприятиях линейный инженерный персонал остается востребованным.

В связи с этим необходимы принципиальные коррективы в подготовке выпускников всех уровней профессионального образования (СПО, бакалавриат, специалитет, магистратура).

### О стандартах инженерного образования

Координационный совет Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по области образования «Инженерное дело, технологии и технические науки» предлагает начать разработку концепции ФГОС ВО четвертого поколения, которая по мнению членов Координационного совета, должна:

- развивать лучшие традиции отечественного инженерного образования;
- учитывать мировой опыт и тенденции развития образования;
- поддерживаться профессиональным сообществом [7].
- В действующих ФГОСах ВО определены общие положения по организации обучения в вузах (раздел I):
- виды форм обучения;
- самостоятельная разработка образовательной программы;
- язык обучения;
- сроки реализации образовательной программы;
- объем образовательной программы;
- самостоятельное определение профиля программы.

Необходимо отметить, что это продекларировано во всех стандартах данной категории (программ бакалавриата, специалитета). А что же отражает специфику направления подготовки (специальности) обучаемых?

В этом же разделе «Общие положения» сформулированы два пункта, относящиеся к направлению подготовки (специальности):

области профессиональной деятельности выпускников;

решаемые задачи профессиональной деятельности выпускников.

В разделе III образовательного стандарта вузам рекомендовано использовать при формировании профессиональных компетенций выпускников профессиональные стандарты из числа указанных в приложении.

Требования к условиям реализации образовательной программы (раздел IV), за исключением двух пунктов (библиотечный фонд и кадровое обеспечение), не содержат конкретных показателей.

К сожалению, приходится признать, что ФГОСы ВО не отражают специфики подготовки выпускников.

После многих преобразований ФГОСы ВО стали сильно отличаться от привычных инженерам понятий стандарта. Обычно в стандартах устанавливаются, прежде всего, требования к конечному результату (характеристикам продукции, свойствам материалов, терминам и определениям, методам измерений и другим). В образовательных стандартах (редакция 2020 г.) в таком качестве фигурируют лишь универсальные и общепрофессиональные компетенции.

В тексте стандарта отсутствует понятие качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся, а механизмы их оценки не сформулированы (раздел IV п. 6). Это не соответствует Федеральному закону «Об образовании в РФ», где указано, что образовательные стандарты обеспечивают гарантии уровня и качества образования на основе единства обязательных требований и результатов их освоения.

Конечно, нужно отметить, что в отличие от производственной сферы в системе образования трудно оценить качество «продукции – выпускников». Как известно, общепризнанным понятием качества считается то, которое сформулировано в национальном стандарте Российской Федерации ГОСТ Р ИСО 9000-2015: «*степень соответствия совокупности присущих характеристик объекта требованиям*». Причём, присущая характеристика должна быть постоянным признаком для носителя качества – объекта (продукции, услуги). А требование – это потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным.

Конкретно оценивается качество изделия (товара), если оно имеет измеряемые характеристики (мощность, размеры, физические и механические свойства, срок службы и многое другое).

В стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 определены три градации качества любого объекта: *плохое, хорошее, превосходное*. Значит, качество объекта – это уровень его характеристик. Не приводя этих характеристик, о

качестве продукции или услуги можно судить только по экспертным оценкам. Именно так оценивается качество выпускников вузов и даже официально признается их разнокачественность, так как при определении уровня обученности используется шкала оценок.

Проведенный анализ ФГОСов показывает, что нет смысла разрабатывать стандарты для каждого направления (специальности). Целесообразно разработать обобщенные стандарты для уровней высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) различных сфер профессиональной деятельности (техника и технологии, информатика, наука, педагогика и другие).

В стандартах сформулировать общие требования по срокам и формам обучения, структуре образовательных программ и условиям их реализации, а также универсальные компетентности выпускников данного профиля.

Но вначале министерству науки и образования необходимо разобраться со структурой профессионального образования, выстроить систему подготовки кадров для каждой профессиональной области (например, химия, физика и астрономия, информатика и вычислительная техника, машиностроение, техника и технологии строительства, добыча полезных ископаемых и т. д.) [8].

### Инженерные компетентности

Качество выпускников вузов – это их образованность, которая оценивается по уровню приобретенных (сформированных) компетентностей. Значит, качество выпускников зависит от того, насколько продуманно сформулирован перечень компетентностей, а также от того, как овладели этими компетентностями сами выпускники. Первый фактор будет определять содержание обучения и воспитания обучаемых, а второй – организацию и осуществление образовательного процесса. А результативное использование сформированных компетентностей выпускник вуза продемонстрирует в процессе профессиональной деятельности (рисунок). Для разумного мониторинга образовательного процесса целесообразно сопоставить выходы: результаты обучения (компетентности) и результаты профессиональной деятельности. Только так можно оценить уровень подготовки специалиста, компетентности которого по мере выполнения различных видов работ (приобретения опыта) будут совершенствоваться, появятся новые компетентности.

Для установления связи результатов образования с будущей профессиональной деятельностью целесообразно составить для каждой ключевой компетентности ее паспорт.



**Рисунок.** Преобразование входов в выходы в системе получения образования и в профессиональной деятельности  
**Figure.** Transformation of inputs into outputs in the system of education and in professional activity



Таблица 2. Паспорт компетентности  
Table 2. Passport of competence

Компетен- тность Competence	Признаки проявления компетентности Signs of competence	Элементы учебного процесса Elements of educational process	Процедуры формирования Formation procedures
Управлять технологическим процессом Manage the technological process	1. Понимает сущность технологического процесса/Understands the essence of the technological process 2. Выявляет несоответствия/Identifies inconsistencies 3. Определяет управляющие воздействия Defines control actions 4. Осуществляет коррекцию процесса Carries out process corrections 5. Оценивает реакцию объекта на внешние воздействия Assesses the object's response to external influences 6. Понимает риски и последствия принятых решений Understands the risks and consequences of decisions made 7. Обучает персонал/Trains staff	1. Дисциплины (приводится перечень) Disciplines (a list is given) 2. Практика/Practice 3. Научная работа Scientific work	Лекции/Lectures Практические занятия Workshops Лабораторные работы/ Laboratory works Практика/Practice Тренинги/Trainings Инженерные игры Engineering games Интеллектуальные игры Mind games Самообучени self-learning

В табл. 2 показана дифференциация компетентности через признаки ее проявления в профессиональной деятельности. Это позволяет увидеть весь спектр дисциплинарных компетенций в виде практических умений – от анализа существа технологического процесса до умения обучить персонал.

В приведенном примере компетентность относится к группе профессиональных компетентностей, которые более конкретны и понятны преподавателям и самим студентам. Значительно сложнее для понимания общепрофессиональные и универсальные компетентности.

Если разработать признаки проявления всех компетентностей модели выпускника, то в совокупности это будет паспорт профессиональной подготовки студентов по данному направлению (специальности). Именно этот паспорт целесообразно согласовать с отраслевыми профессиональными стандартами.

На наш взгляд, разумно использовать общий подход к подготовке будущих инженеров (специалистов и бакалавров техники и технологии). Их компетентности сводятся в широком смысле к умению: *исследовать, проектировать и управлять*, как это было предложено профессором МИСиС Б.А. Прудковским [9].

В этом случае образовательная организация может разработать и предложить обучаемым образовательные программы, которые позволят освоить:

- все представленные компетентности (в обобщенном виде);
- одну из ключевых компетентностей (глубоко, основательно) и стать инженером – исследователем, разработчиком, конструктором, проектантом, либо инженером по управлению технологическим процессом и коллективом работников, участвующих в его осуществлении.

Конечно, нужно признать, что эти общие компетентности относятся к профессиональной подготовке студентов в вузах. В настоящее время в основных образовательных программах бакалавриата (специалитета, магистратуры) результаты их освоения выпускниками представлены в виде универсальных, общепрофессиональных (из ФГОС) и профессиональных компетенций, разработанных вузом.

Считаем необходимым обратить внимание на различия в формировании у студентов этих компетенций в период обучения.

Обратимся вначале к формированию основополагающих профессиональных компетенций.

Нужно признать, что в плане конкретной профессиональной подготовки выпускников за эти годы мало что изменилось. Квалификационные требования «перекочевали» в разряд компетенций. Конечно, в содержание подготовки специалистов постоянно вносятся изменения, вызванные научными и техническими достижениями, цифровизацией в про-



изводственной и управленческой деятельности.

Профессиональные компетенции формируются непосредственно при изучении специальных дисциплин и прохождении практики. Например, в стандарте 22.03.02 «Металлургия» (2015 г.) сформулирована компетенция: «способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы», а в учебном плане есть дисциплины «Организация эксперимента» и «Моделирование процессов и объектов в металлургии». Для формирования ключевой компетенции металлурга – «способность осуществлять и корректировать технологические процессы в металлургии и материалообработке» в учебный план включены такие профильные дисциплины, как «Теория и технология производства стали», «Технология литейного производства», «Процессы порошковой металлургии», «Теоретические и технологические основы обработки металлов давлением» и другие.

Профессиональные компетенции будущих выпускников заложены в программах специальных (профильных) дисциплин, практик и формулировать их в стандартах бессмысленно. И правильно, что, начиная с 2020 г., из ФГОСов профессиональные компетенции изъяты. Аналогично нужно поступить и с общепрофессиональными компетентностями.

Итак, общепрофессиональные и профессиональные компетентности выпускника данного направления (специальности) должны быть сформулированы в основной образовательной программе каждого вуза. Целесообразно компетентности представить по трем категориям (группам): исследовать, проектировать и управлять. Это позволит осуществлять требуемый набор компетентностей для определенной группы обучаемых. Под эти компетентности будет определяться содержание учебных дисциплин, практик образовательной программы вуза.

И пусть эти образовательные программы в вузах даже по одной и той же специальности различаются. Это будет «лицо» вуза. Образовательные программы должны ежегодно обновляться и публиковаться. Вот тогда образовательные программы вузов станут востребованными, ими будут пользоваться и работодатели. Возникнет конкуренция вузов у абитуриентов и стейкхолдеров.

Но нельзя забывать, что целью профессионального образования является формирование социально-профессиональной компетентности выпускника, как это сформулировала академик РАО И.А. Зимняя [10]. Компетентности должны рассматриваться как обобщённые характеристики личности, проявляемые на практике.

И.А. Зимняя выделила три основополагающие (базовые) компетентности для любого выпускника профессионального обучения [11]:

- способности к интеллектуальным действиям, заключающиеся в умении: анализировать, синтезировать, сопоставлять, сравнивать, систематизировать, обобщать, генерировать идеи, приобретать новые знания;
- личностные свойства, проявляемые в виде: ответственности, инициативности, исполнительности, целеустремленности, организованности, самостоятельности;
- социальные характеристики: самосовершенствование, коммуникативность, гражданственность, социальное взаимодействие.

Эти компетентности должны составить «образованность и воспитанность» будущего инженера, учителя, врача, агронома, экономиста, менеджера и других. Сформулированные в последней версии ФГОС 3++ (2020 г.) универсальные компетентности поднимают требования к новому поколению инженерных кадров на качественно более высокий уровень, включающей системное и критическое мышление, саморазвитие, командную работу и лидерство, гражданственность.

Их формирование у студентов сложнее формирования профессиональных компетентностей, так как под них чаще всего нет конкретных учебных элементов. Если способности к интеллектуальным действиям выпускников могут и должны формироваться при изучении большинства дисциплин, как гуманитарных, так и технических, то личностные свойства и социальные характеристики они будут формировать в общении, взаимодействии с преподавателями, в различных внеучебных мероприятиях.

Наш соотечественник, выдающийся оратор А.Ф. Кони по отношению к сфере права говорил, что юрист должен быть человеком, у которого общее образование идет впереди специального. Но это относится и к инженерам, у которых общечеловеческие понятия неразрывно связаны со специальными (профессиональными).

Высшее образование – это образование не под должность, не под конкретный вид деятельности. Это сформированная система взглядов, развитый интеллект, знания и умения в определенной избранной самим обучаемым профессиональной области, называемой специальностью.

Компетентности, сформулированные в образовательных программах, относятся к выпускникам, они должны формироваться все годы обучения на каждом занятии, на практике, при общении с преподавателями и другими студентами. Для каждой такой компетентности должна быть программа ее формирования.

Многие специалисты констатируют, что основной тенденцией развития инженерного образования является размывание границ между традиционными дисциплинами. Обучение должно носить междисциплинарный характер.

Рынок труда требует от выпускников инженерных вузов освоения широкого спектра компетентностей: предпринимательских, способности обучаться самостоятельно в течение жизни, умения фокусироваться на решении проблем, а не на накоплении знаний.

Примером междисциплинарного обучения и целенаправленного формирования у обучаемых системного мышления может служить опыт университета нефти и газа (г. Москва), создавшего Центр управления разработкой месторождений (ЦУРМ) [12]. В этом ситуационном центре студенты нескольких специальностей осуществляют проектирование виртуального нефтяного месторождения. Междисциплинарная проектная команда разрабатывает комплекс взаимосвязанных инженерных решений, выбирает рациональную систему разработки месторождения. Студенты при выполнении такого проекта используют исследовательские, проектные и управленческие компетенции.

В ряде публикаций изложен опыт Новолипецкого металлургического комбината (НЛМК), с участием которого в структуре Липецкого технического университета создан металлургический институт, являющийся научно-образовательной площадкой в системе «вуз–производство». Студенты с самого начала обучения условно становятся работниками комбината. Это реальная модель практико-ориентированного образовательного процесса, в котором используются различные

сценарные эпизоды технологических и производственных процессов (штатные и нештатные ситуации) с их практической визуализацией в режиме реального времени с помощью мультимедийных модулей [13]. Такое обучение способствует формированию социально-профессиональной компетентности выпускников вуза.

Чем же должен обладать выпускник организации высшего образования? Прежде всего, тем, что потребуются в жизни и профессиональной деятельности.

Введение компетенций в стандарты в качестве результатов образования – это лишь обозначение перемен (их цель), за этим должно последовать преобразование системы воспитания и обучения студентов для их достижения.

На наш взгляд, созданию результативной системы обучения может способствовать «видение» учебного процесса по каждой дисциплине в виде специальной карты (табл. 3).

В реальной карте будут указаны конкретные фамилии преподавателей, названия дисциплин, перечень формируемых компетенций и компетентностей, учебно-методическое обеспечение, сроки исполнения. Все это собрано в наглядную систему действий, которой легко контролируются. Целесообразно ознакомление преподавателей с картами процессов предыдущих и последующих учебных дисциплин. Это залог стремления к достижению поставленных целей.

### **Организация и осуществление образовательного процесса**

Традиционная лекционно-семинарская система обучения – передача информации и ее запоминание. Эта система обучения превалировала в советские времена в условиях дефицита ресурсов (материальных, финансовых, информационных). Лишь в отдельных вузах (МИФИ, Физтех, МВТУ им. Н.Э. Баумана) технологии обучения студентов существенно отличались, прежде всего за счет привлечения к подготовке студентов кадров академических, отраслевых институтов и закрытых предприятий.

Для формирования современного специалиста превалирующим должно стать развивающее обучение, направленное на всестороннее развитие личности. С наибольшим эффектом это будет реализовываться при использовании классной системы обучения,

**Таблица 3.** Карта учебного процесса по дисциплине  
**Table 3.** Map of the educational process in discipline

Вход в процесс Process entry	Студенты со знаниями и умениями, приобретенными при изучении предыдущих или параллельно изученных дисциплин Students with knowledge and skills acquired while studying previous or parallel disciplines
Выход из процесса Process exit	Студенты с приобретёнными знаниями и умениями по данной дисциплине (сформированными дисциплинарными компетенциями в соответствии с рабочей программой) Students with acquired knowledge and skills in this discipline (formed disciplinary competencies in accordance with the work program)
Поставщики процесса Process providers	Преподаватели предыдущих или параллельно изучаемых дисциплин Teachers of previous or parallel disciplines
Потребители процесса Process consumers	Студенты, преподаватели следующих или параллельно изучаемых дисциплин, руководство кафедры, деканат Students, teachers of the following or parallel disciplines, department management, dean's office
Владелец процесса Process owner	Преподаватель данной дисциплины Teacher of this discipline
Цель процесса Purpose of the process	Приобретение студентами знаний, умений, навыков (формирование компетентностей, в том числе универсальных), воспитание студентов (их «рост») The acquisition of knowledge, skills, abilities (formation of competencies, including universal ones) by students, education of students (their «growth»)
Управляющие воздействия Control actions	Требования преподавателя (методические рекомендации), распоряжения заведующего кафедрой, декана, решения методического совета Requirements for the teacher (guidelines), orders of the head of the department, dean, decisions of the methodological council
Ресурсы Resources	Компетентность преподавателя, учебно-методическое обеспечение, аудитории и лаборатории, информационное обеспечение, образовательная среда Teacher competence, teaching and methodological support, classrooms and laboratories, information support, educational environment
Критерии оценки результативности процесса Criteria for assessing the effectiveness of the process	Уровень приобретённых студентами знаний, умений и навыков (оценка компетентностей), время освоения дисциплины Level of knowledge, skills and abilities acquired by students (assessment of competencies), the time of mastering the discipline
Методы и средства мониторинга процесса Process monitoring methods and tools	Диагностические и контрольные мероприятия, приём домашних заданий, индивидуальные консультации Diagnostic and control measures, homework assignments, individual consultations

в которой в полной мере проявляются возможности преподавателей по воспитанию студентов. Такая система обучения получила распространение в американской высшей школе. Можно привести выдержки из работ вице-президента Бард-колледжа Д. Беккера, в которых отмечается эффективность интерактивной, ориентированной на студента системы обучения в стабильных малых группах [14]. Д. Беккер подчеркивает, что обучение не состоит только из чтения лекций, как принято в большинстве учебных заведений мира, где происходит односторонняя конвейерная передача знаний от профессора к студенту.

В 1990–1991 гг. группа преподавателей МИСиС во главе с проректором по учебной работе В.А. Роменцом посетила ряд университетов США, где ознакомилась с этой системой обучения. Уже в 1991–1992 учебном году началась апробация системы обучения в классах профессоров и ведущих доцентов. При этом студенты некоторых специальностей сами записывались в класс преподавателя [15].

При переходе на классную систему упрощается использование инновационных образовательных технологий, таких как проблемное обучение, модульное обучение, смешанное обучение. Все элементы взаимодействия со студентами находятся в руках руководителя класса, отсутствует разделение на лектора и преподавателя, ведущего практические занятия. Эта система обучения в большой степени направлена на развитие личности, формирование социально-личностных качеств студентов. Опыт МИСиС по использованию классной системы обучения изложен нами в ряде публикаций, например в [16].

В классной системе обучения возможно использование новых современных образовательных подходов типа модели STEM. В ее основе – интегративный подход: физику, химию, математику, теоретическую механику преподают не по отдельности, а в связи друг с другом для решения реальных технологических задач. Такой подход учит рассматривать проблемы в целом, а не в разрезе одной области науки или технологии.

В НИ ТГУ (Томск) профессором А.И. Чучалиным уже разработаны онлайн программы для овладения преподавателями STEM-образованием [6].

В современном учебном процессе лекции, практические и лабораторные занятия не должны превышать 20 часов в неделю. Большую часть учебной нагрузки преподавателей должны составлять индивидуальные консультации студентов и руководство их реферативной, расчетной и исследовательской (конструкторской) работой. Аналогичные предложения по изменению традиционной системы обучения были высказаны в ходе конкурса управленцев «Лидеры России» (сентябрь, 2021 г.) А.А. Фурсенко, помощником Президента страны по вопросам науки и образования [17]. Нужно изменить содержание экзаменов: вместо оценки пассивных знаний, требующих прежде всего хорошей памяти, сделать упор на оценку активных знаний (решение задач, анализ проблем). Тогда решающую роль будет играть не память, а самостоятельность мышления и творческие возможности студента. Разработчики учебных планов должны исходить из того, что ни за пять лет, ни за десять лет обучения в вузе невозможно вооружить специалиста всеми необходимыми ему знаниями. Учитывая, что специалист должен всю жизнь самообучаться и что процесс обучения в вузе ограничен во времени, в учебном плане нужно оставить только минимум дисциплин, а отдельные дисциплины этого минимума свести к небольшому объему.

В подготовке специалиста принимают участие большое количество преподавателей, которых целесообразно объединить в команду. В конце 1980-х гг. в МИСиС были образованы научно-методические советы по специальностям (НМСС). В их состав вошли все преподаватели, ведущие занятия со студентами данной специальности (в основном лекторы), а возглавил НМСС заведующий выпускающей кафедры (в системе менеджмента качества он значится как «хозяин» специальности). Это аналог японского «кружка качества», задача которого состояла в выявлении и устранении несоответствий в учебном процессе и повышении тем самым его результативности. Участие всех преподавателей в формировании и реализации образовательной программы привело к улучшению их взаимоотношений, они условно стали «кафедрой по специальности». Преподавателей общенаучных кафедр (математики, физики, химии, сопромата, приклад-

ной механики и других) отправили на производственную практику вместе со студентами для более детального ознакомления со специальностью. Все это привело к повышению ответственности преподавателей за достижение высоких результатов в подготовке студентов.

В ряде ведущих мировых университетов персонализируют образовательные программы – студенты обязательно посещают только несколько основных предметов, а остальные выбирают сами. С одной стороны, такой подход раскрывает потенциал каждого студента, с другой – помогает подстроиться под запросы потенциальных работодателей. Персонализацию профессионального образования авторы [18] рассматривают через оценку подготовки выпускников по набору освоенных курсов:

- если этот набор соответствует профилю вуза, то студент получает соответствующий специальности (направлению) диплом;
- если нет, он получает междисциплинарный диплом о полученном образовании в виде перечня и объема дисциплин.

По сути, авторы предлагают перейти от массового производства исполнителей к бережливому производству личности по заказу самих обучаемых или потенциальных работодателей.

Таким образом, цель профессионального образования в XXI в. – творческое развитие обучающихся. На наш взгляд, для содействия личностному развитию студентов в период обучения необходимо опираться, в том числе, на результаты опросов их самих о жизненных целях, о мотивации к получению выбранной специальности, об адаптированности к учебной деятельности. Это поможет определить конкретные области улучшения процессов обучения и воспитания студентов.

### Заключение

Рассмотренные в статье вопросы имеют прямую связь с качеством профессионального образования, получаемого студентами колледжей и университетов. Рискнем предположить, что эта тема найдет понимание как организаторов, так и исполнителей в системе профессионального образования.

Для современной жизни недостаточно приобретения выпускниками вузов и колледжей только профессиональных компетентностей. В жизни придется преодолевать много



трудностей, препятствий, неоднократно менять место работы, осваивать новые профессии и специальности. Личность существует, проявляется и формируется в деятельности и общении. Студент должен готовиться к противоречию между растущими требованиями общества и личным уровнем его собственного развития. Сглаживать возникающее противоречие можно только повышением уровня собственного развития. Планируемый результат учебного процесса будет достигаться успешнее при подготовке к освоению образова-

тельной программы ключевого участника – студента. Речь идет о его интеллектуальном развитии, серьезной мотивированности к приобретению специальности, которая может стать основой будущей жизни.

Известно крылатое выражение Анны Ахматовой: «Будущее бросает свою тень задолго до того, как войти». Модернизация стандартов высшего образования, внедрение инновационных технологий обучения должны «смотреть» в будущее нашей страны и ее молодого поколения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьминов Я.И., Юдкевич М.М. Университеты в России: как это работает. – М.: ИД Высшей школы экономики, 2021. – 616 с.
2. Сенашенко В.С. Уровни сопряжения системы высшего образования и сферы труда // Высшее образование в России. – 2018. – № 3. – С. 38–47.
3. Круглов М.Г., Шишков Г.М. Менеджмент качества как он есть. – М.: ЭКСМО, 2006. – 539 с.
4. Агамирзян И.Р. Крук Е.А. Прохорова В.Б. Некоторые современные подходы к инженерному образованию // Высшее образование в России. – 2017. – № 11. – С. 43–47.
5. Россия приступает к реформе высшего образования. URL: <https://forpost-sz.ru/geo/nedra/2020-06-08/rossiya-pristupaet-k-reforme-vysshego-obrazovaniya> (дата обращения: 12.03.2021)
6. Региональное развитие: новые вызовы для инженерного образования (обзор конференции) / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, Шагеева Ф.Т., П.Н. Осипов, Л.В. Овсиенко // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 12. – С. 111–132.
7. Концепция ФГОС ВО четвертого поколения. URL: [https://25fumo.mai.ru/meetings/Materialy\\_KS\\_31.03.2021.pdf](https://25fumo.mai.ru/meetings/Materialy_KS_31.03.2021.pdf) (дата обращения: 12.03.2021).
8. Соловьев В.П., Перескокова Т.А. Модернизация системы профессионального образования: современные реалии и новые вызовы // Инженерное образование. – 2020. – Вып. 28. – С. 104–117.
9. Прудковский Б.А. Зачем металлургу математические модели? – М.: ЛЕНАНД, 2019. – 193 с.
10. Зимняя И.А. Общая культура и социально-профессиональная компетентность человека // Высшее образование сегодня. – 2005. – № 11. – С. 18–23.
11. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. – М.: Исследовательский центр качества подготовки специалистов, 2004. – 38 с.
12. Шейнбаум В.С., Пятибратов П.В. Проектирование инженерной деятельности как способ развития системного мышления // Инженерное образование. – 2020. – Вып. 28. – С. 85–93.
13. Погодаев А.К., Мельник С.М., Чупров В.Б. ЛГТУ–НЛМК: стратегия эффективности плюс подтвержденное качество // Ректор вуза. – 2012. – № 4. – С. 14–17.
14. Рудской А.И., Боровков А.И., Романов П.И. Актуален ли перевод российского инженерного образования на американскую систему Liberal Arts? // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30. – № 6. – С. 47–59.
15. Система мероприятий и нормативная база по переходу на новые методы и формы обучения в условиях рыночных отношений. Сборник документов. – М.: МИСиС, 1991. – 42 с.
16. Соловьев В.П., Перескокова Т.А. Преподаватели и студенты в современном профессиональном образовании: переосмысление ролей // Alma mater (Вестник высшей школы). – 2021. – № 12. – С.14–22.
17. Советник президента РФ предложил изменить форму обучения в вузах. URL: [https://newprospect.ru/news/aktualno-segodnya/sovetnik-prezidenta-rf-predlozil-izmenit-formu-obucheniya-v-vuzakh/?sphrase\\_id=14416](https://newprospect.ru/news/aktualno-segodnya/sovetnik-prezidenta-rf-predlozil-izmenit-formu-obucheniya-v-vuzakh/?sphrase_id=14416) (дата обращения: 12.03.2021)
18. Адлер Ю.П., Шпер В.Л. Образование в XXI веке: проблемы, перспективы, решения // Качество и жизнь. – 2015. – № 4. – С. 37–45.

Дата поступления: 03.09.2021 г.



UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_2

## ENGINEERING COMPETENCIES: RESEARCH, DESIGN, MANAGE

**Viktor P. Solovyev<sup>1</sup>,**Cand. Sc., professor,  
solovjev@mail.ru**Tatyana A. Pereskokova<sup>2</sup>,**Cand. Sc., assistant professor,  
solovjev@mail.ru

<sup>1</sup> Stary Oskol University named after A.A. Ugarov (branch) National University of Science and Technology «MISiS»,  
42, microraiion Makarenko, Stary Oskol 309516, Russia.

<sup>2</sup> Starooskolsky branch of the Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhenikidze,  
14/13, Lenin street, Stary Oskol, 309514, Russia.

The paper considers the problem of standardization in vocational education and shows the inconsistency of educational standards with the requirements of the labor sphere. The current State Standards do not reflect the specifics of graduate training, so it makes no sense to develop them for each direction (specialty). It is advisable to develop generalized standards for higher education levels (bachelor's degree, specialty, master's degree) in various fields of professional activity (engineering and technology, computer science, science, pedagogy, and others). It is proposed to use a general approach to the training of future engineers (specialists and bachelors of engineering and technology), whose competencies are reduced in a broad sense to the ability to: research, design and manage. For the formation of a modern specialist, developmental training aimed at the comprehensive development of the individual should become predominant. This will be realized with the greatest effect when using the training system in the classes of leading teachers.

**Key words:** Educational standard, competence, quality of education, educational program, engineer, professional activity.

## REFERENCES

1. Kuzminov Ya.I., Yudkevich M.M. *Universitety v Rossii: kak eto rabotaet* [Universities in Russia: how it works]. Moscow, HSE Publ., 2021. 616 p.
2. Senashenko V.S. Conjugation levels between higher education and labour sphere. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2018, no. 3, pp. 38–47. In Rus.
3. Kruglov M.G., Shishkov G.M. *Menedzhment kachestva kak on est* [Quality management as it is]. Moscow, EKSMO Publ., 2006. 539 p.
4. Agamirzyan I.R., Kruk E.A., Prokhorova V.B. Some modern approaches to engineering education. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2017, no. 11, pp. 43–47. In Rus.
5. *Rossiya pristupaet k reforme vysshego obrazovaniya* [Russia is embarking on higher education reform]. Available at: <https://forpost-sz.ru/geo/nedra/2020-06-08/rossiya-pristupaet-k-reforme-vysshego-obrazovaniya> (accessed 12 March 2021).
6. Kondratyev V.V., Galikhanov M.F., Shageeva F.T., Osipov P.N., Ovsienko L.V. Regional development: new challenges for engineering education (synergy-2021 conference results review). *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2021, vol. 30, no. 12, pp. 111–132. In Rus.
7. Kontseptsiya FGOS VO chetvertogo pokoleniya [The concept of FSES HE the fourth generation]. Available at: [https://25fumo.mai.ru/meetings/Materialy\\_KS\\_31.03.2021.pdf](https://25fumo.mai.ru/meetings/Materialy_KS_31.03.2021.pdf) (accessed 12 March 2021).
8. Solovyev V.P., Pereskokova T.A. Modernization of the vocational education system: modern realities and new challenges. *Engineering education*, 2020, Iss. 28, pp. 104–117. In Rus.
9. Prudkovskiy B.A. *Zachem metallurgu matematicheskie modeli?* [Why does a metallurgist need mathematical models?]. Moscow, LENAND Publ., 2019. 193 p.
10. Zimnyaya I.A. Obshchaya kultura i sotsialno-professionalnaya kompetentnost cheloveka [General culture and socio-professional competence of a person]. *Vysshee obrazovanie segodnya*, 2005, no. 11, pp. 18–23.
11. Zimnyaya I.A. *Klyuchevye kompetentnosti kak rezultativno-tselevaya osnova kompetentnostnogo podkhoda v obrazovanii* [Key competencies as the effective-target basis of the competence approach in education]. Moscow, Issledovatel'skiy tsentr kachestva podgotovki spetsialistov Publ., 2004. 38 p.

12. Sheynbaum V.S., Pyatibratov P.V. Designing engineering activities as a way to develop system thinking. *Engineering education*, 2020, Iss. 28, pp. 85–93. In Rus.
13. Pogodaev A.K., Melnik S.M., Chuprov V.B. LGTU–NLMK: strategiya effektivnosti plus podtverzhennoe kachestvo [LGTU–NLMK: efficiency strategy plus proven quality]. *Rektor VUZa*, 2012, no. 4, pp. 14–17.
14. Rudskoy A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I. Is the transfer of Russian engineering education to the American Liberal Arts system relevant? *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2021, vol. 30, no. 6, pp. 47–59. In Rus.
15. *Sistema meropriyatiy i normativnaya baza po perekhodu na novye metody i formy obucheniya v usloviyakh rynochnykh otnosheniy. Sbornik dokumentov* [The system of measures and the regulatory framework for the transition to new methods and forms of education in the conditions of market relations. Collection of documents]. Moscow, MISiS Publ., 1991. 42 p.
16. Solovyev V.P., Pereskokova T.A. Prepodavateli i studenty v sovremennom professionalnom obrazovanii: pereosmyslenie roley [Teachers and students in modern professional education: rethinking roles]. *Alma mater (Vestnik vysshey shkoly)*, 2021, no. 12, pp. 14–22.
17. *Sovetnik prezidenta RF predlozhit izmenit formu obucheniya v vuzakh* [Advisor to the President of the Russian Federation proposed to change the form of education in universities]. Available at: [https://newprospect.ru/news/aktualno-segodnya/sovetnik-prezidenta-rf-predlozhit-izmenit-formu-obucheniya-v-vuzakh/?sphrase\\_id=14416](https://newprospect.ru/news/aktualno-segodnya/sovetnik-prezidenta-rf-predlozhit-izmenit-formu-obucheniya-v-vuzakh/?sphrase_id=14416) (accessed 12 March 2021).
18. Adler Yu.P., Shper V.L. Obrazovanie v XXI veke: problemy, perspektivy, resheniya [Education in the XXI century: problems, prospects, solutions]. *Kachestvo i zhizn*, 2015, no. 4, pp. 37–45.

Received: 3 September 2021.

УДК 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_3

## К ВОПРОСАМ НЕПРЕРЫВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Полицинский Евгений Валериевич,**

кандидат педагогических наук, директор,  
ewpeno@mail.ru

Основная общеобразовательная школа № 15 г. Юрги,  
Россия, 652055, г. Юрга, ул. Исайченко, 11.

В статье рассматривается актуализация технологического образования, которое реализуется на всех уровнях – в общеобразовательных школах, в учреждениях СПО, в вузах, на курсах переподготовки и повышения квалификации, что связано с возрастающей необходимостью разработки и внедрения во все сферы экономики индустриальных технологий.

**Ключевые слова:** Технологическое образование, технологии обучения.

Одной из наиболее остро стоящих задач в современной России является необходимость новой индустриализации. Научно-технологическое совершенствование и развитие промышленности и сельского хозяйства, создание современной мощной научно-технической и производственной базы необходимы для обеспечения безопасности страны, политической и экономической независимости, улучшения социально-экономической ситуации и повышения уровня и качества жизни населения.

Как отмечает Б.В. Дроздов, главная проблема России связана с утратой отечественной индустрии, вытеснением собственных производств, продукции и услуг зарубежными. Это ведёт к производственно-технологической и экономической зависимости, угрожает экономической и политической безопасности страны. Произошло сворачивание производства наиболее значимых для индустриализации видов продукции – микроэлектронных и радиоэлектронных средств, электродвигателей и электрооборудования, металлообрабатывающих станков, средств механизации и автоматизации. Одновременно с этим произошла деградация отечественной прикладной науки и опытно-конструкторской и проектной базы. Ликвидированы сотни проектно-конструкторских и прикладных научно-исследовательских и проектных организаций, которые обеспечивали функционирование и развитие отечественной промышленности. В значительной части утрачен кадровый потенциал инженеров, конструкторов и проектировщиков. Упал престиж инженерной профессии, снизилось качество подготовки специалистов научно-технического и производственного профиля [1].

Таким образом, возрастает актуальность разработки и внедрения во все сферы экономики индустриальных технологий. Под индустриальными технологиями мы понимаем высокопроизводительные, эффективные технологии, использующие наиболее совершенные технические средства и способы работы в различных сферах человеческой деятельности. Эти технологии могут применяться не только в промышленном производстве, но и во всех комплексах жизнеобеспечения, в сферах коммунального и бытового обслуживания, торговли и общественного питания, в образовании и медицине.

Традиционно считается, что важнейшим базисом, от которого критически зависит вся структура экономических отношений в обществе, а также разнообразные возможности хозяйствующих субъектов в области производства, распределения, обмена и потребления произведенных продуктов и услуг, является уровень технологического развития. Именно технологическая база является основой функционирования не только экономической, но и общественной системы любого национального государства. В условиях новой индустриализации её роль остается прежней, однако вектор целевой направленности технологического развития устремляется в сторону формирования Человека как главного бенефициария и потребителя результатов экономического роста, связанных с уровнем технологического развития страны [2].

При этом образованию в современном мире отводится чрезвычайно важная роль – основной движущей силой устойчивого развития экономики, страны и её конкурентоспособно-

сти. Образование играет интегративную роль при формировании социальных институтов общества, взаимодействующей личности. Оно выступает ведущим мотивом деятельности человека, обуславливает взаимодействие и интеграцию в обществе. От качества образования, существующего в конкретном обществе, во многом зависят темпы его экономического и политического развития.

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

Под технологическим образованием будем понимать образовательную систему по реализации целенаправленного, комплексного обучения и воспитания, по формированию технологической, экологической, экономической культуры личности обучаемых через развитие творческого технологического мышления, широкого спектра технологических способностей и качеств личности (конкурентоспособности, социальной адаптивности, готовности к профессиональной деятельности).

Как показывает мировой опыт общего образования молодежи, образовательная область «Технология» является необходимой компонентой общего образования школьников, предоставляя им возможность применить на практике и творчески использовать знания основ наук в области проектирования, конструирования и изготовления изделий. Тем самым обеспечивается преемственность перехода учащихся от общего к профессиональному образованию, непрерывному самообразованию и трудовой деятельности [3. С. 11].

Основным предназначением предметной области «Технология» в системе общего образования является формирование технологической грамотности, технологической компетентности, технологического мировоззрения и технологической культуры школьников, системы технологических знаний и умений, воспитание у них трудовых, гражданских и патриотических качеств, профессиональное самоопределение, формирование гуманистически ориентированного мировоззрения.

Технологическая грамотность включает способность понимать, использовать и контролировать технологию, умение решать проблемы, использовать творческие способно-

сти. Технологическая компетентность связана с овладением умениями осваивать разнообразные способы и средства преобразования материалов, энергии, информации; учитывать экономическую эффективность и возможные экологические последствия технологической деятельности, определять свои жизненные и профессиональные планы. Технологическая культура предполагает овладение системой методов и средств преобразовательной деятельности по созданию материальных и духовных ценностей. Она предусматривает изучение современных и перспективных энергосберегающих, материалосберегающих и безотходных технологий преобразования материалов, энергии и информации в сферах производства и услуг с использованием ЭВМ, социальных и экологических последствий применения технологии, методов борьбы с загрязнением окружающей среды, освоения культуры труда, планирования и организации трудового процесса, технологической дисциплины, грамотного оснащения рабочего места, обеспечения безопасности труда, компьютерной обработки документации, психологии человеческого общения, культуры человеческих отношений, основ творческой и предпринимательской деятельности, разработки и выполнения проектов.

В процессе технологической подготовки учащихся общеобразовательной школы с учётом потребностей школьников и их возрастных особенностей должны решаться следующие задачи воспитания и обучения [3. С. 15]:

1. Освоение технологических знаний и технологической культуры, овладение общетрудовыми и специальными умениями, необходимыми для поиска и использования технологической информации, проектирования и создания объектов труда, их оценки и реализации на рынке товаров и услуг, ведения домашнего хозяйства, определения своих жизненных и профессиональных планов и путей их воплощения, в первую очередь, в отношении инженерно-технических направлений подготовки и специальностей.
2. Овладение знаниями о научной организации труда, общих основах различных технологий, методах творческой деятельности и принципах дизайна, путях снижения негативных последствий производственной и бытовой деятельности на окружающую среду и здоровье человека.

3. Формирование представления о технологии как части мировой культуры, как науки о преобразовании материалов, энергии и информации по плану и в интересах человека, расширение политехнического кругозора.
4. Формирование у учащихся качеств творчески думающей, активно действующей и легко адаптирующейся в новых условиях личности, развитие познавательных интересов, технологического мышления, пространственного воображения, интеллектуальных, коммуникативных и организаторских способностей, гибкости мышления.
5. Воспитание трудолюбия, самостоятельности, предприимчивости, честности, сознательности, ответственности за результаты своей деятельности, порядочности, коллективизма, уважения к людям, культуры поведения и бесконфликтного общения, становление активной гуманистической природосообразной жизненной позиции.
6. Закрепление в практической деятельности знаний, полученных при изучении основ наук, развитие навыков проектной, конструкторской и художественно-прикладной деятельности в сочетании с формированием готовности к исполнительской деятельности.
7. Воспитание патриотизма на основе изучения передовых отечественных и мировых достижений в области техники, технологии, художественно-прикладной деятельности.

На наш взгляд, успешное решение большинства приведённых выше задач возможно:

- при активном систематическом включении учащихся в решение и конструирование контекстных (с инженерно-техническим, технологическим, военно-патриотическим и др. содержанием) заданий и задач. Предметы естественнонаучного цикла, и прежде всего физика, имеют при этом наиболее высокий потенциал. Разработанная технология подготовки школьников и студентов по физике на основе опережающей самостоятельной работы, которая реализуется средствами многоуровневого физико-технологического учебно-методического комплекса, включает в себя данную деятельность как обязательную составляющую [4];
- при интегративно ориентированном, проектно-созидательным подходе к обуче-

нию, организации обязательного проектного обучения;

- при соответствующей адекватной политике в сфере подготовки педагогических кадров, компетентных в области теории и методики обучения, теории и методики профессионального образования;
- при существенном обновлении и модернизации материально-технической базы учебных заведений (школ, сузов, вузов).

Все уровни технологического образования должны быть обеспечены современным учебным оборудованием. Необходимо привлекать для преподавания высококвалифицированных преподавателей с дипломами магистров, учёных. Так, например, в Финляндии даже преподаватели дошкольных учреждений и школ имеют дипломы магистров.

В настоящее время в России лишь 15 миллионов человек производят добавленную стоимость. Остальные руководят, контролируют и охраняют. Экс-министр экономики России Андрей Нечаев на основании открытой официальной статистики Росстата представил «Как выглядит современная экономика России»:

Население чуть более 143 млн человек. Из них:

- пенсионеры – 41 млн, не считая военных пенсионеров;
- армия со всеми вузами и КБ – чуть больше 1 млн;
- ФСБ, ФСО, спецсвязь, спецслужбы – 2 млн 160 тыс.;
- МЧС, МВД, УФСИН, прокуратура и так далее – 2 млн 541 тыс.;
- таможня, налоговая и прочие инспекции – 1 млн 356 тыс.;
- чиновники, лицензирующие, контролирующие организации – 1 млн 321 тыс.;
- прочие служащие – 1 млн 252 тыс.;
- клерки пенсионных, социальных, страховых и прочих фондов – 1 млн 727 тыс.;
- депутаты и их аппарат – 1 млн 872 тыс.;
- священнослужители – 530 тыс.;
- нотариусы, юридические бюро, адвокаты, заключенные – 1 млн 843 тыс.;
- частная охрана, детективы – 1 млн 98 тыс.;
- официально безработные – 8 млн 420 тыс. [5].

Рабочих высокой квалификации в России около 5 % [6], в то время как в развитых странах 45–70 %. Подготовка специалистов по уровням: начальное профессиональное



образование – среднее профессиональное образование – высшее образование ведется в соотношении 1:1:1, в то время как рабочих требуется в 5 раз больше. Привести примеры успешной подготовки инженерных кадров в рамках бакалавриата оказывается очень сложно.

Таким образом, особое внимание должно быть уделено среднему профессиональному образованию. Именно учреждения СПО должны стать опорой в подготовке высококвалифицированных рабочих и технических специалистов среднего звена, а вузы – для подготовки элитных специалистов для социально-экономического развития региона.

Как отмечает Ю.П. Похолков, количество и уровень техникумов (колледжей), профессионально-технических училищ явно не соответствуют требованиям, предъявляемым сегодня обществом и бизнесом к подготовке специалистов с начальным профессиональным и средним специальным образованием. Кроме этого, даже если предположить, что состояние и количество такого рода учебных заведений можно считать приемлемым, не следует ожидать, что вероятность трудоустройства выпускников этой сети учебных заведений будет высокой. Состояние российской экономики, сориентированной на развитие сырьевых отраслей, уровень развития современного российского промышленного производства, не даёт основания надеяться на то, что в ближайшее время будет создано необходимое количество рабочих мест для этой категории специалистов [7. С. 53].

Однако в настоящее время интерес к среднему профессиональному образованию у россиян растёт. Это связано и с желанием молодых людей зарабатывать на жизнь рабочей профессией, и с неготовностью встречаться с ЕГЭ и трудностями обучения в вузе.

Общими проблемами для учреждений СПО и ВО являются:

- автономность, дискретность преподавания учебных предметов без отслеживания логико-содержательных связей не только между циклами дисциплин, но и между дисциплинами данного цикла, которые должны быть направлены на решение профессиональных задач. Необходимо целенаправленное обучение преподавательского корпуса технического и технологического циклов теории и мето-

дике обучения общепрофессиональным и специальным техническим дисциплинам;

- доминирование в оценке качества подготовки студентов лишь одного параметра – уровня знаний и умений;
- часто слабые, не отвечающие современным требованиям: материально-техническая база, связь учреждения с производственными предприятиями, что не позволяет успешно формировать у студентов в процессе обучения необходимый спектр профессиональных компетенций.

Для успешного решения образовательных технологических задач необходимо сформировать банк контекстных (с техническим, технологическим содержанием), творческих заданий, связанных с будущей профессиональной деятельностью, практических учебных проектов на всех уровнях образования (общеобразовательная школа – СУЗ – ВУЗ).

Приведём пример задачи с техническим содержанием (физика, 10 класс).

Аэросани – самоходные сани, снабжённые двигателем с толкающим воздушным винтом (пропеллером), который приводится в движение двигателем внутреннего сгорания. Это транспортное средство, предназначенное для передвижения по снегу и льду (рис. 1).

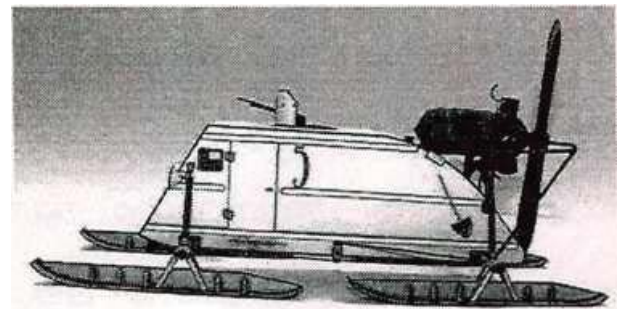


Рис. 1. Аэросани  
Fig. 1. Snowmobile

На диаграмме (рис. 2) представлено соотношение модулей сил, действующих на аэросани на прямолинейном, горизонтальном участке пути после выключения водителем двигателя. Чему равен коэффициент трения между поверхностью полозьев и дорогой?

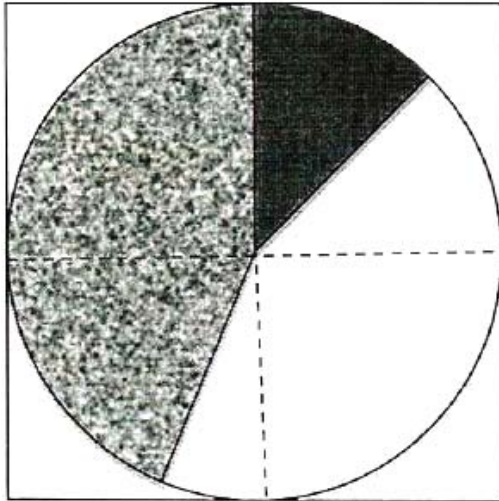
Решение:

Из диаграммы видно, что на силу трения приходится  $1/8$  часть. Следовательно, на силу реакции опоры и силу тяжести приходится  $7/8$ .

Кроме того, силы реакции опоры и тяжести равны по модулю (горизонтальный прямоли-

нейный участок), значит каждая из них – это половина от 7/8. Тогда:

$$F_{mp} = \mu \cdot N \Rightarrow \mu = \frac{F_{mp}}{N} = \frac{1 \cdot 8}{8 \cdot 7 \cdot 2} = \frac{1}{14} = 0,07.$$



- Модуль силы трения
- Модуль силы реакции
- ▨ Модуль силы тяжести

Рис. 2. Соотношение модулей сил, действующих на аэросани

Fig. 2. Ratio of the modules of forces acting on the snowmobile

В качестве примера можно привести контекстные задачи, использующиеся при обучении физике студентов направления подготовки «Машиностроение» [4]:

- а) в механическом цехе кран ХМ (производство Конесранес) вертикально поднимал контейнер с изделиями массой 500 кг на высоту 4 м с постоянной силой. При этом была совершена работа 20 кДж. Рассчитать, с каким ускорением был поднят груз;
- б) в процессе работы токарного патронно-центрового станка в условиях повышенной температуры в его пневмоприводе используется инертный газ неон, который при низком давлении 55 кПа нагревается. Объем при этом увеличивается от 3,3 до 6,3 м<sup>3</sup>. Определите изменение внутренней энергии неона; работу, совершенную при расширении; количество теплоты, сообщенное газу;
- в) при обработке стальной детали массой 3 кг на токарно-винторезном станке 16К40

температура детали повысилась на 150 К. Для охлаждения детали применялась смазочно-охлаждающая жидкость на основе воды. При этом жидкость повысила свою температуру на 15 К. Определите, сколько жидкости необходимо для охлаждения детали?

Для студентов Юргинского технологического института Национального исследовательского Томского политехнического университета (ЮТИ НИ ТПУ), обучающихся по направлению подготовки 15.03.01 «Машиностроение», профиль подготовки «Оборудование и технология сварочного производства», в ходе изучения в курсе общей физики темы «движение заряженных частиц в магнитном поле» была поставлена творческая инженерная задача по поиску технического решения проблемы разбрызгивания электродного металла в процессе сварки. Одним из возможных и перспективных, на наш взгляд, предложений стало предложение по установке вблизи сопла устройства, создающего круговой ток. В основе данного решения лежат следующие научные факты:

- электрический ток является источником магнитного поля;
- на движущуюся в магнитном поле электрически заряженную частицу со стороны поля действует сила Лоренца;
- в центре кругового витка вектор магнитной индукции перпендикулярен плоскости витка. Модуль вектора магнитной индукции может быть найден из следующего соотношения:

$$B = \mu \cdot \mu_0 \cdot I / 2 \cdot R,$$

где  $R$  – радиус витка.

Систематическое активное использование профессионально ориентированных технологий обучения, основанных на деятельностном подходе, контекстном, проблемном и проектном обучении, при активном взаимодействии специалистов-практиков, преподавателей общеобразовательных, общепрофессиональных и специальных дисциплин должно стать основой для подготовки кадров с широким спектром технологических компетенций, способных эффективно решать задачи по новой индустриализации страны.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Дроздов Б.В. Концепция новой индустриализации России. Предложения к обсуждению. URL: <https://rusrand.ru/ideas/konceptsiya-novoy-industrializacii-rossii-osnovnye-polozeniya> (дата обращения 19.01.2021).
2. Татаркин А.И., Бухвалов Н.Ю. Новая индустриализация экономики России // Вестник УРФУ. Серия экономика и управление. – 2014. – № 3. – С. 13–21.
3. Хотунцев Ю.Л. Технологическое образование школьников в Российской Федерации и ряде зарубежных стран. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 199 с.
4. Полицинский Е.В. Реализация технологии подготовки студентов и школьников по физике на основе опережающей самостоятельной работы средствами многоуровневого физико-технологического учебно-методического комплекса // Наука и школа. – 2020. – № 1. – С. 154–167.
5. В России реально работают лишь 15 миллионов человек. URL: [https://pikabu.ru/story/v\\_rossii\\_realno\\_rabotayut\\_lich\\_15\\_millionov\\_chelovek\\_5113073](https://pikabu.ru/story/v_rossii_realno_rabotayut_lich_15_millionov_chelovek_5113073) (дата обращения 19.01.2021).
6. Пичугина Г.В. Обновление целей технологического образования школьников США // Школа и производство. – 2010. – № 2. – С. 10–13.
7. Похолоков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. – 2012. – № 10. – С. 50–65.
8. Полицинский Е.В., Похорюков О.Ю., Синенко В.Я. Актуальные проблемы современного отечественного образования и возможные пути их решения // Сибирский учитель. – 2021. – № 6 (139). – С. 5–12.

Дата поступления: 06.09.2021 г.

UDC 378.1

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_3

## ON THE ISSUES OF CONTINUOUS TECHNOLOGICAL EDUCATION

**Evgeny V. Politsinsky,**

Cand. Sc., director,

ewpeno@mail.ru

Basic comprehensive school no. 15 in Yurga,  
11, Isaychenko street, Yurga, 652055, Russia.

The article discusses the actualization of technological education, which is implemented at all levels – in secondary schools, in institutions of secondary vocational education, in universities, in retraining and advanced training courses, which is associated with the growing need to develop and implement industrial technologies in all areas of the economy.

**Key words:** Technological education, learning technologies.

## REFERENCES

1. Drozdov B.V. *Kontsepsiya novoy industrializatsii Rossii. Predlozheniya k obsuzhdeniyu* [The concept of the new industrialization of Russia. Suggestions for discussion]. Available at: <https://rusrand.ru/ideas/koncepciya-novoy-industrializatsii-rossii-osnovnye-polojeniya> (accessed 19 January 2021).
2. Tatarkin A.I., Bukhvalov N.Yu. Novaya industrializatsiya ekonomiki Rossii [New industrialization of the Russian economy]. *Vestnik URFU. Seriya ekonomika i upravlenie*, 2014, no. 3, pp. 13–21.
3. Khotuntsev Yu.L. *Tekhnologicheskoe obrazovanie shkolnikov v Rossiyskoy Federatsii i ryade zarubezhnykh stran* [Technological education of schoolchildren in the Russian Federation and a number of foreign countries]. Moscow, N.E. Bauman MGTU Publ., 2012. 199 p.
4. Politsinskiy E.V. Implementation of technology of preparation of students and schoolchildren in physics based on advanced independent work by means of multi-level physical-technological educational and methodological complex. *Science and School*, 2020, no. 1, pp. 154–167. In Russ.
5. *V Rossii realno rabotayut lish 15 millionov chelovek* [Only 15 million people really work in Russia]. Available at: [https://pikabu.ru/story/v\\_rossii\\_realno\\_rabotayut\\_lish\\_15\\_millionov\\_chelovek\\_5113073](https://pikabu.ru/story/v_rossii_realno_rabotayut_lish_15_millionov_chelovek_5113073) (accessed 19 January 2021).
6. Pichugina G.V. Obnovlenie tseley tekhnologicheskogo obrazovaniya shkolnikov SShA [Renovation of the goals of technological education for schoolchildren in the USA]. *Shkola i proizvodstvo*, 2010, no. 2, pp. 10–13.
7. Pokholkov Yu.P. National doctrine of advanced engineering education of Russia in the context of new industrialization: approaches to development, objectives, and principles. *Engineering education*, 2012, no. 10, pp. 50–65. In Rus.
8. Politsinskiy E.V., Pokhorukov O.Yu., Sinenko V.Ya. Current problems of modern Russian education and possible ways to solve them. *Siberian Teacher*, 2021, no. 6 (139), pp. 5–12. In Rus.

Received: 6 September 2021.

УДК 372.862

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_4

## КОНЦЕПЦИЯ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ «ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ В ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРОВ» В КАЗАНСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

**Ахтямова Светлана Станиславовна,**

кандидат педагогических наук, доцент кафедры технологии и переработки полимеров и композиционных материалов, ahtjamovasve@yandex.ru

**Ярошевская Хася Моисеевна,**

кандидат химических наук, профессор кафедры физической и коллоидной химии, asark@mail.ru

**Сафиуллина Татьяна Рустамовна,**

кандидат химических наук, доцент, декан факультета технологий полифункциональных материалов, saf-nhti1@yandex.ru

**Стоянов Олег Владиславович,**

доктор технических наук, профессор, директор института полимеров, декан факультета технологий и переработки пластмасс и композитов, заведующий кафедрой технологии пластических масс, ov\_stoyanov@mail.ru

**Султанова Дильбар Шамилевна,**

доктор экономических наук, профессор, проректор по учебной работе, заведующая кафедрой инноватики в химической технологии, sultanova@kstu.ru

**Казаков Юрий Михайлович,**

доктор технических наук, доцент, ректор, kazakov@kstu.ru

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

*Для подготовки высококвалифицированных специалистов в сфере промышленного инжиниринга для действующих и новых производств в области химии и переработки полимеров необходимы новые подходы и модели обучения. В Казанском национальном исследовательском технологическом университете, в частности в институте полимеров, разработана концепция элитного образования. В основе концепции элитного технологического образования лежит подготовка технологов-лидеров, способных к комплексной деятельности на современных производствах, направленной на разработку новых процессов, создание и производство конкурентоспособной продукции. В статье рассмотрены различные концепции, которые использовались в обучении при подготовке специалистов и бакалавров ранее, а также предлагается новая концепция подготовки по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Цифровой инжиниринг в технологии и переработке полимеров». Описаны структура и содержание учебного плана, предлагаемых дисциплин, практик и факультативов.*

**Ключевые слова:** Концепция элитного образования, учебный план, профессиональные компетенции, IT-технологии, цифровизация, креативное мышление, социальные коммуникации, лидерство.

Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ) имеет интересную историю (более 130 лет существования), крепкие традиции и богатый опыт в подготовке специалистов различной квалификации. Университет всегда находится

в поиске новых, перспективных форм развития, взаимодействия и сотрудничества [1–4]. Институту полимеров КНИТУ в 2021 г. исполнилось 50 лет. Все эти годы коллектив института полимеров активно участвует в процессе подготовки студентов для производства, ис-



пользуя различные концепции и модели подготовки, значительно улучшающие качество обучения, повышающие конкурентоспособность и мобильность выпускников в профессиональной деятельности.

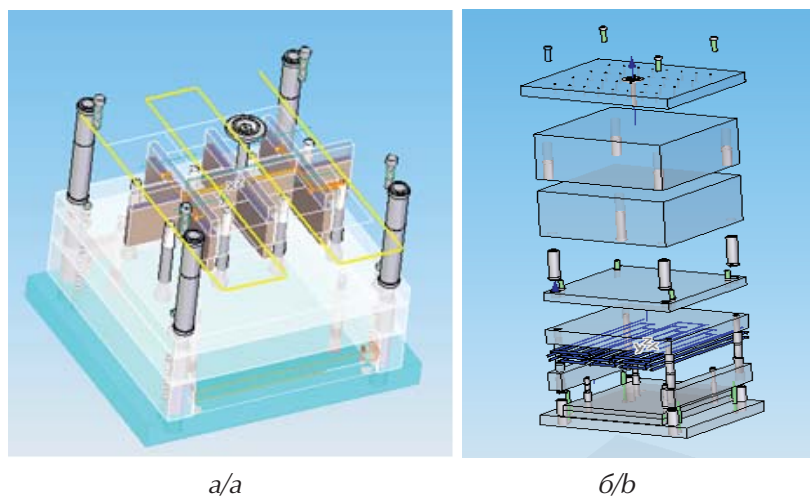
Так, в середине 1990-х гг. XX столетия в институте полимеров была разработана и осуществлена концепция подготовки специалистов двойной компетенции в технологическом вузе. В основу этой концепции была положена идея возникновения качественно новых знаний в результате их интеграции из различных смежных областей и развития личности в процессе обучения на основе сочетания личностно-деятельностного, системно-ролевого и культурологического подходов [5]. Личностно-ориентированное образование рассматривалось как альтернатива традиционному когнитивно-ориентированному и принималось как особый тип образования, основывающийся на организации взаимодействия студентов и педагогов, при котором созданы оптимальные условия для развития у субъектов обучения способности к самообразованию, самоопределению, самостоятельности и самореализации [6, 7].

Для студентов, обучающихся по специальности 25.05.01 «Химическая технология высокомолекулярных соединений» были разработаны учебные планы подготовки инженеров двойной компетенции: инженеров-менеджеров, инженеров-переводчиков. Наряду с основными дисциплинами специальности вводились дисциплины вариативного блока в зависимости от формируемых компетенций: у менеджеров – экономический уклон (финан-

сы и кредит, ценообразование, бухгалтерский учет, статистика и экономико-математические методы, малый бизнес, биржевое дело и т. д.); у переводчиков – языковой уклон (история языка, лексикология, стилистика, теория и практика перевода) [8, 9].

Система подготовки специалистов двойной компетенции, реализованная в институте полимеров, соответствовала динамичному, меняющемуся социальному заказу на подготовку мобильной, адаптивной, творческой, самоактуализирующейся личности того периода.

В начале 2000-х гг. в институте полимеров для подготовки студентов по специальности 24.05.02 «Технология переработки пластмасс и эластомеров», а позже при подготовке бакалавров по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Технология и переработка полимеров» была разработана и функционирует по сегодняшний день специальная компьютерная подготовка [10, 11]. Она включает в себя преподавание информационных технологий общего характера в рамках дисциплин естественнонаучного блока и является инвариантным компонентом подготовки, а также нацелена на изучение и работу в профессиональных компьютерных программах в рамках профилирующих дисциплин и дальнейшее использование их в курсовом и дипломном проектировании (является вариативным компонентом подготовки). В качестве примера можно привести дипломную работу, где студент спроектировал в среде программы Solid Edge v 20 пресс-форму на изделие «Контейнер» для литья под давлением (рис. 1).



**Рис. 1.** Этапы конструирования пресс-формы на изделие «Контейнер» в программе Solid Edge v20: а) эскиз пресс-формы; б) созданная модель пресс-формы

**Fig. 1.** Stages of designing a mold for the «Container» product in the Solid Edge v20 program: a) sketch of the mold; b) created mold model

Выполнение курсовых и дипломных проектов с привлечением специализированных компьютерных программ по переработке пластмасс позволяет готовить специалистов на качественно новом уровне, поскольку предполагает не только хорошее владение современными программами и использование в работе профессиональных знаний и умений, но также вырабатывает умение брать на себя ответственность за тот или иной шаг, формирует конструкторское и инженерное мышление. Визуализация всех процессов работы, достоинств и недостатков конечного продукта, возможность вносить своевременные коррективы в объекты проектирования – все это формирует у будущего выпускника профессиональные компетенции, необходимые в современном производстве [12].

В 2011 г. в институте полимеров после победы в конкурсе, организованном Министерством образования Российской Федерации, была реализована подготовка по программе прикладного бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Технология и переработка полимеров» [13, 14]. Суть этой подготовки заключалась в том, что студенты получали фундаментальную теоретическую подготовку в университете, а профессионально-ориентированную подготовку – на ведущих предприятиях г. Казани, в частности предприятие «Данафлекс» – лидер и крупнейший производитель гибкой полимерной упаковки в России – участвовал в реализации этой программы. Осуществление такой программы позволило подготовить специалистов, имеющих широкие практические навыки, что вместе с хорошей теоретической подготовкой дало возможность сократить период адаптации выпускника на конкретном производстве.

Меняется время и трансформируются компетенции, которыми должен обладать выпускник технологического университета. И основной парадигмой в институте полимеров принята необходимость соотнесения характера обучения студента характеру его будущей деятельности. Промышленные предприятия химической отрасли оснащены компьютеризированными производственными линиями, технологические задачи решаются с помощью систем автоматизированного проектирования (САПР). Современные системы позволяют получать информацию по состоянию производственного процесса в любой точке техно-

логической цепочки и оперативно реагировать на возможные проблемы. Важными аспектами деятельности современного производства являются система менеджмента качества, приоритет сокращения воздействия на окружающую среду, энергоэффективность и т. п.

Все эти обстоятельства требуют от высшей школы учитывать потребности предприятий в выпускниках, владеющих не только профильными компетенциями, но и умеющих работать в современных компьютерных программах моделирования и проектирования процессов получения и переработки пластмасс, так называемых системах CAD\CAM\CAE, с IT-технологиями, а также обладать компетенциями в сфере социальных коммуникаций, бизнес-планирования.

Для успешной реализации задач, которые ставит перед технологом современное производство, наряду с компетенциями в области химической технологии, инженеру необходимо обладать такими навыками и умениями, как:

Работа по наладке, доработке технологического оборудования, его монтажу (так называемый Retrofit, или ретрофитинг, – модернизация, предусматривающая добавление новой технологии или её свойств к более старым системам).

Работа с большими базами данных (Big Data) на химических предприятиях: сбор информации с контрольно-измерительных приборов (КИП) и последующий анализ с целью выявления закономерностей, возможности улучшения процесса, прогнозирования. Например, определение зависимости качества производимой продукции от погодных условий, прогнозирование спроса на продукцию или цен на сырье и др.

Работа на химическом предприятии по направлениям:

- промышленный дизайн MES- системы;
- программы обеспечения управления производством ERP;
- программное обеспечение для систем планирования производства.

Цифровизация процессов покупки, отслеживание жизненного цикла товара (ЖЦТ).

Моделирование и проектирование сложных химических процессов и объектов.

Умение работать с приборами и аппаратами химической технологии, насыщенными электроникой, и понимание программного продукта, обеспечивающего их работу.

Понимание приоритетов и вопросов экологической и техносферной безопасности в современном мире.

Работа в направлении Soft Skill (комплекс неспециализированных, важных для карьеры надпрофессиональных навыков, которые отвечают за успешное участие в рабочем процессе, высокую производительность и являются сквозными, то есть не связаны с конкретной предметной областью).

Обобщая богатый опыт предыдущих моделей обучения студентов в технологическом вузе и переработав его в соответствии с современными требованиями к образованию, авторами предложена концепция подготовки студентов в рамках элитного образования по направлению 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Цифровой инжиниринг в технологии и переработке полимеров». Концепция разработана в КНИТУ в институте полимеров, опираясь на документы ФГОС ВО 3++, на профессиональные стандарты, а также на рекомендации работодателей крупнейших предприятий Республики Татарстан и Российской Федерации [15, 16].

Элитное образование в вузах – термин не новый. Вопросы, связанные с различными аспектами элитного образования, освещались и российскими, и зарубежными авторами достаточно широко [17–19]. Инженерная деятельность является многофункциональной,

инновационной, включает решение разнообразных проблем. Для подготовки специалистов с такого рода деятельности ведущие университеты мира реализуют концепцию CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate), что в переводе означает «задумать, спроектировать, внедрить, работать» [20–23].

Концепция подготовки студентов по элитной программе обучения в КНИТУ опирается на фундаментальные знания в области химической технологии и переработки полимеров, с обязательным включением информационных технологий как общего, так и профессионального назначения, владение компетенциями по коммуникациям, лидерству, креативному мышлению, бизнеспланированию, а также на знание иностранных языков (рис. 2).

Структура подготовки студентов по элитной программе обучения представлена на рис. 3.

БЛОК 1 состоит из дисциплин (модулей), обязательных для изучения для всех студентов направления 18.03.01 «Химическая технология», и включает дисциплины естественнонаучного и гуманитарного циклов, обеспечивающих формирование универсальных и общепрофессиональных компетенций. Часть, формируемая участниками образовательных отношений, включает дисциплины (модули) профессиональной направленности, обеспечивающие формирование профессиональных компетенций.



Рис. 2. Составные компоненты концепции элитного образования в вузе  
Fig. 2. Components of the concept of elite education at the university





Рис. 3. Структура учебного плана подготовки студентов по элитной программе в Институте полимеров КНИТУ  
Fig. 3. Structure of the curriculum for preparing students for the elite program at the Institute of Polymers of KNRTU

БЛОК 2 охватывает все виды практик студентов, как определенных во ФГОС ВО 3++, так и установленных вузом самостоятельно, формирующих как профессиональные, так и универсальные компетенции.

БЛОК 3 отвечает за государственную итоговую аттестацию и включает в себя подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы.

Факультативные дисциплины проектируются профилирующими кафедрами и вносят значительный вклад в профессиональную подготовку студентов и формирование необходимых компетенций.

Элитная программа обучения предусматривает модернизацию содержания базовых дисциплин Блока 1 (информационные технологии, математику, инженерную и компьютерную графику, прикладную механику, русский язык и культуру профессиональной речи, социальную и командную работу и ряд других) в соответствии с требованиями современных тенденций, что даст значимый эффект для формирования профессиональных компетенций.

Так, например, в дисциплину «Инженерная и компьютерная графика» предлагается ввести раздел «Аддитивные технологии». Компетенции, полученные в рамках названной дисциплины, будут необходимы в профильных дисциплинах – «Основы САПР в технологии и переработке полимеров», «Основы проектирования предприятий по пере-

работке полимеров» – для создания и последующего компьютерного анализа 3D моделей в программах CAD/CAM/CAE, а также 3D проектирования производств получения и переработки полимеров и последующей оптимизации производственных процессов и компоновок производственных участков. Сегодня выпускник этого направления подготовки должен владеть компетенциями в области компьютерного моделирования технологических процессов в технологии и переработке полимеров, компьютерного проектирования технологических линий и участков этих производств, уметь программировать определенные узлы оборудования, то есть работать на стыке химической технологии, компьютерного инжиниринга и программирования.

Важным аспектом в разработке концепции элитного обучения считаем включение в дисциплины обязательного Блока 1 «Моделирование химико-технологических процессов» и «Химические реакторы» профессиональных программ моделирования технологических процессов, таких как: Unisim Design Honeywell; Aspen Hysys; Chemical Reaction Engineering Module (COMSOL Multiphysics), а также решение стационарных и нестационарных задач механики жидкостей и газов с применением программ ANSYS Fluent. Эти программы позволяют получить оценку результата проектных решений на более ранней стадии проекта для снижения рисков и оптимизации деятельности, а также позволяют быстро разрабатывать

и модифицировать модели процессов, номинальные параметры оборудования и подтверждать правильность проектного решения для большого диапазона условий эксплуатации. Использование в обучении подобных программ позволяет студентам применять фундаментальные знания по термодинамике и теплотехнике, общей химической технологии, включиться в производственный процесс, почувствовать всю полноту ответственности за проектируемый объект и принимаемое решение, что способствует выработке необходимых профессиональных компетенций, востребованных на производстве.

Изучение дисциплин профессиональной направленности «Введение в сетевые технологии химических производств», «Лицензирование в химической технологии» позволит студентам получить компетенции в сфере патентных исследований и разработок в области новых полимерных материалов, а также научиться организовывать сетевые взаимодействия между всеми участниками производственного процесса, в том числе при отслеживании жизненного цикла продукции.

Дисциплины профессиональной направленности «Методы исследования свойств и структуры полимеров», «Принципы управления качеством полимерной продукции» познакомят студентов с современными методами и оборудованием для проведения испытаний технологических и функциональных свойств полимерных материалов и изделий из них. Анализ сырья, материалов на соответствие стандартам и техническим условиям, используемым в производстве полимерных материалов, является важным условием качества готовой продукции. Современная продукция должна соответствовать всем требованиям международной сертификации качества, поэтому очень важно знать классификацию показателей качества полимерной продукции, алгоритм создания системы менеджмента качества по требованию ISO 9001:2000, TS16949 (или ISO 16949), AS9100, практики ISO 55000 и др.

Поскольку в данной концепции изучение иностранного языка является одним из основных условий элитного обучения, помимо стандартной дисциплины «Иностранный язык» обязательного Блока 1, авторами предложено в рамках факультатива дополнительно ввести изучение предмета «Иностранный язык в профессиональной коммуникации» в течение

еще трех семестров. В рамках этих семестров планируются занятия со студентами для достижения свободного владения иностранным языком с целью написания тезисов и научных статей, подготовки докладов и выступления на конференциях, участия в дискуссиях на различных круглых столах и т. д.

В концепции элитного обучения предусмотрено получение студентами компетенций по социальным коммуникациям, креативному мышлению, бизнеспланированию. В рамках факультативов запланировано изучение дисциплин: «Бизнеспланирование», «Введение в технологии искусственного интеллекта», «Социальные коммуникации». На базе ведущих предприятий города Казани и Республики Татарстан студенты будут проходить всевозможные коммуникативные тренинги, тренинги по лидерству, мастер-классы; проводить анализ бизнес-моделей и оценку перспектив научных разработок, а также познакомятся с технологиями искусственного интеллекта (например, GPT2, GPT3).

Важнейшим аспектом подготовки студентов являются практики. Блок 2 учебного плана включает учебную, производственную, преддипломную практики, которые призваны выработать у студентов профессиональные компетенции и надпрофессиональные навыки (Soft Skill). В рамках учебной практики в университете «Иннополис» запланировано закрепление компетенций по иностранному языку, IT-технологиям, командной работе, самоорганизации, профессиональной лексике. На производственной практике в проектно-институте «Союзхимпромпроект» студенты смогут, участвуя в реальных работах, закрепить полученные в вузе знания в области 3D проектирования химико-технологических производств с использованием IT-технологий. А на преддипломной практике студенты приобретут богатый опыт и важные компетенции для дальнейшей работы в организациях-партнерах ЮНИДО, «Брабендер», ПАО «Газпром», АО «Татнефть», «Сибур Холдинг», АО «ТАИФ», ООО «Данафлекс-нано» и др.

Заключительным этапом учебного процесса в вузе является государственная итоговая аттестация (Блок 3), то есть выполнение и защита выпускной квалификационной работы (ВКР). В рамках предлагаемой концепции выполнение ВКР планируется на ведущих предприятиях Республики Татарстан и Российской Федерации.



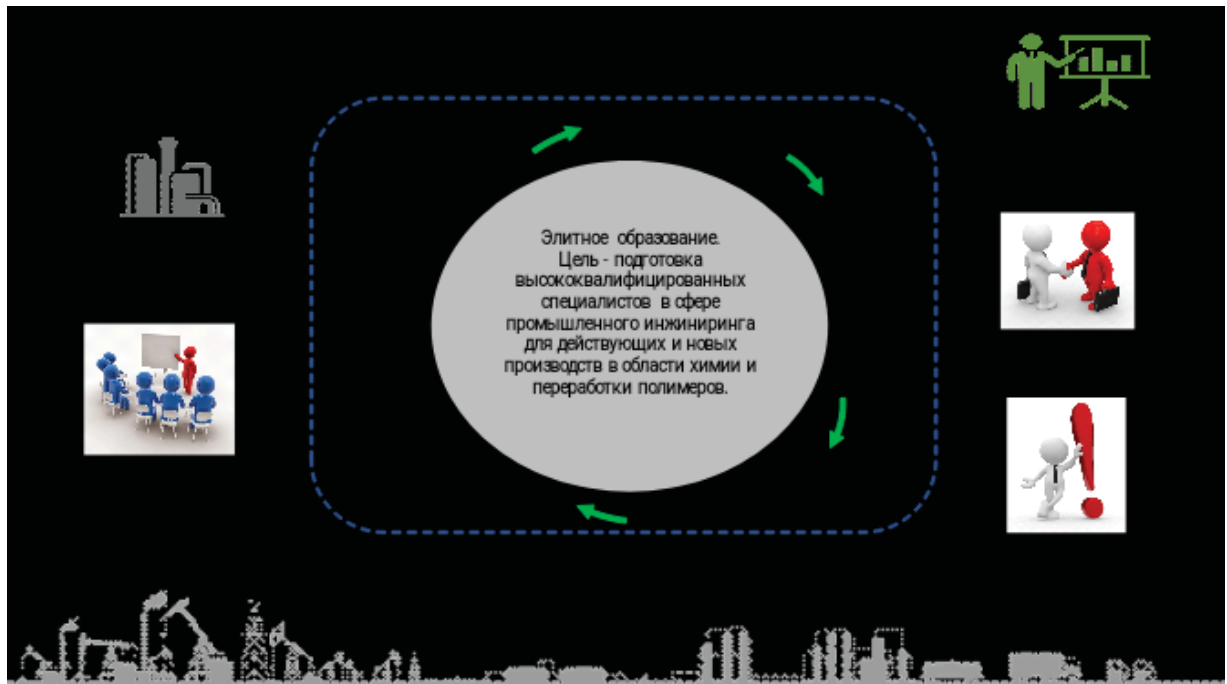


Рис. 4. Концепция элитного образования в технологическом вузе

Fig. 4. Concept of elite education in a technological university

Таким образом, реализация элитного образования в ФГБОУ ВО «КНИТУ» по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю «Цифровой инжиниринг в технологии и переработке полимеров» позволит обеспечить предприятия выпускниками с широким диапазоном профильных компетен-

ций и компетенций в области IT-технологий, социальных коммуникаций и т. п., а будущим специалистам сформирует основу для профессионального роста и создаст предпосылки для проявления себя в роли лидеров на современных промышленных производствах (рис. 4).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов В.Г., Кайбияйнен А.А., Галиханов М.Ф. Междисциплинарность как вектор развития инженерного образования // Высшее образование в России. – 2016. – № 8–9. – С. 149–160.
2. Сухристина А.С., Зиятдинова Ю.Н., Кочнев А.М. Сетевое взаимодействие вузов как форма интернационализации: опыт КНИТУ // Высшее образование в России. – 2016. – № 11 (206). – С. 103–110.
3. Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, П.Н. Осипов, Ф.Т. Шагеева, А.А. Кайбияйнен // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – № 12. – С. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105122>.
4. Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью / Ю.М. Казаков, Н.Ю. Башкирцева, М.В. Журавлева, Г.О. Ежкова, А.С. Сироткин, А.О. Эбель // Высшее образование в России. – 2020. – Т. 29. – № 12. – С. 105–118. DOI: <http://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-105-118>.
5. Реализация принципа непрерывности в химическом образовании / А.М. Ярошевская, А.Ф. Добрынина и др. // Психологические проблемы непрерывной профессиональной подготовки специалистов: Тезисы докладов Всероссийской конференции. – Казань, 1995. – С. 142–143.
6. Барабанов В.П. и др. Программа общехимических дисциплин для подготовки специалистов инженерно-технологических специальностей. – Казань, 1996. – 56 с.
7. Никитаев В. Деятельностный подход к содержанию высшего образования // Высшее образование в России. – 1997. – № 1. – С. 34–44.
8. Ярошевская А.М. и др. О подготовке специалистов двойной компетенции // Тезисы докладов респ. научно-прак. конфер. – Казань, 1991.
9. Миквабия Э.Г., Власова О.Ф. Некоторые психолого-педагогические аспекты подготовки специалистов технического вуза. – Луганск: Луган. машиностроит. ин-т. 1990. – 10 с. – деп. в НИИВШ 18.12.90, № 1696-90, деп.

10. Ахтямова С.С. Новые информационные технологии обучения в подготовке инженеров по переработке пластмасс // Профессиональное образование. – 2000. – № 4. – С. 66–70.
11. Ахтямова С.С., Курносов В.В., Перухин Ю.В. Системы CAD/CAM/CAE как важнейший фактор в подготовке бакалавров по направлению «Химическая технология» профиль «Технология и переработка полимеров» // Актуальные проблемы науки о полимерах: Сборник трудов II Всероссийской научной конференции (с международным участием) преподавателей и студентов вузов. – Казань, 25–26 мая 2021. – С. 45–47.
12. Ахтямова С.С., Курносов В.В., Перухин Ю.В. Применение систем CAD/CAM/CAE для улучшения качества подготовки студентов по переработке полимеров // Новые стандарты и технологии инженерного образования: возможности вузов и потребности нефтегазохимической отрасли: Материалы международной сетевой конференции. Синергия-2017. – Казань, 5–6 декабря 2017. – Т. 2. – С. 42–47.
13. Прикладной бакалавриат – новый вид подготовки специалистов полимерного профиля / С.С. Ахтямова, Д.Н. Маликова, Х.М. Ярошевская, В.П. Гатинская, А.М. Кочнев // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 1. – С. 277–281.
14. Implementation of practice-oriented educational program for applied baccalaureate on the direction «chemical technology» / А.А. Efremova, S.S. Akhtyamova, O.V. Stoyanov, Kh.M. Yaroshevskaya, S.Yu. Sofina // 2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL. – Kazan, 2013. – С. 740. DOI: 10.1109/ICL.2013.6644696
15. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования бакалавриат по направлению 18.03.01 Химическая технология. URL: <https://fgos.ru/fgos/fgos-18-03-01-himicheskaya-tehnologiya-922/> (дата обращения 10.10.2021).
16. Реестр профстандартов. URL: <https://profstandart-rosmintrud.ru/> (дата обращения 10.10.2021).
17. Подготовка элитных специалистов в области техники и технологий / П.С. Чубик, А.И. Чучалин, М.А. Соловьев, О.М. Замятина // Вопросы образования. – 2013. – № 2. – С. 188–208.
18. О моделях деятельности и подготовки специалистов / В. Сергеев, Д. Исхакова, Х. Ярошевская и др. // Высшее образование в России. – 2005. – № 8. – С. 159–161.
19. Miller R.K. From the ground up: rethinking engineering education for the 21<sup>st</sup> century // Symposium on Engineering and Liberal Education. – Schenectady, New York, Union College, June 4–5, 2010.
20. The CDIO Syllabus v. 2.0. An updated statement of goals for engineering education / E.F. Crawley, J. Malmqvist, W.A. Lucas, D.R. Rodeur // Proc. of the 7<sup>th</sup> International CDIO Conference. – Copenhagen: Technical University of Denmark, June 20–23, 2011.
21. Хансон М. Рецензия на книгу: Кроули Э.Ф., Малмквист Й., Остлунд С., Бродер Д.Р., Эдстрем К. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. 2-е изд. Нью-Йорк: Шпрингер, 2014 (пер. с англ. Л. Трониной) // Вопросы образования. – 2014. – № 3. – Р. 263–268. DOI: 10.17323/1814-9545-2014-3-263-268
22. Crawley E.F., Hosoi A., Mitra A. Redesigning undergraduate engineering education at MIT – the new engineering education transformation (NEET) initiative // ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. – Salt Lake City, Utah, June 2018. DOI: 10.18260/1-2--30923
23. Moving forward with the New Engineering Education Transformation (NEET) program at MIT – building community, developing projects, and connecting with industry / E.F. Crawley, A. Hosoi, G.L. Long, (...), W. Dickson, A.B. Mitra // ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. – Tampa, Florida, 2019. DOI 10.18260/1-2--33124.

Дата поступления: 14.10.2021 г.

UDC 372.862

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_4

## CONCEPT OF BACHELOR'S DEGREE TRAINING IN DIGITAL ENGINEERING FOR POLYMER TECHNOLOGY AND TREATMENT AT KAZAN NATIONAL RESEARCH TECHNOLOGICAL UNIVERSITY

**Svetlana S. Akhtyamova,**

Cand. Sc., associate professor,  
ahtjamovasve@yandex.ru

**Khasya M. Yaroshevskaya,**

Cand Sc., professor,  
asark@mail.ru

**Tatyana R. Safiullina,**

Cand. Sc., associate professor, Dean of the Faculty  
of Polyfunctional Materials Technology,  
saf-nhti1@yandex.ru

**Oleg V. Stoyanov,**

Dr. Sc., professor, Director of the Institute of Polymers, Dean of the Faculty of Plastics  
and Composites Technology and Processing, Head of the Department of Plastics,  
ov\_stoyanov@mail.ru

**Dilbar Sh. Sultanova,**

Dr. Sc., professor, Vice Rector for Academic Affairs,  
head of the Department of Innovations in Chemical Engineering,  
sultanova@kstu.ru

**Yury M. Kazakov,** Dr. Sc.,  
associate professor, Rector,  
kazakov@kstu.ru

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

To train highly qualified professionals in industrial engineering for the existing and new manufactures in the area of polymer chemistry and processing, new approaches and training models are required. In Kazan National Research Technological University, particularly at the Institute of Polymers, the elite education concept has been developed. This elite engineering education concept is based on training the process engineers that are simultaneously leaders capable of performing comprehensive activities at contemporary advanced manufactures, aimed at developing new processes and creating and manufacturing competitive products. This paper considers various concepts used in educating specialists and bachelor's degree holders before, as well as proposes a new concept of training in area 18.03.01, Chemical Engineering, majoring in Digital Engineering in Polymer Technology and Processing. Structures and contents are described for the curriculum, as well as for the disciplines, practices, and elective courses proposed.

**Key words:** Elite education concept, curriculum, professional competencies, IT technologies, digitalization, creative thinking, social communications, leadership.

### REFERENCES

1. Ivanov V.G., Kaybiyaynen A.A., Galikhanov M.F. Interdisciplinarity as the main vector for the development of engineering education. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2016, Iss. 8–9, pp. 149–160. In Rus.
2. Sukhristina A.S., Ziyatdinova Yu.N., Kochnev A.M. Networking as a form of internationalization: case study of KNRTU. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2016, Iss. 11 (206), pp. 103–110. In Rus.
3. Kondratyev V.V., Galikhanov M.F., Osipov P.N., Shageeva F.T., Kaybiyaynen A.A. Engineering education: transformation for industry 4.0 (SYNERGY 2019 Conference results review). *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2019, vol. 28, Iss. 12, pp. 105–122. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105122>.

4. Kazakov Yu.M., Bashkirtseva N.Yu., Zhuravleva M.V., Ezhkova G.O., Sirotkin A.S., Ebel A.O. Engineering education based on integration with science and industry. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2020, vol. 29, no. 12, pp. 105–118. In Rus. DOI: <http://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-105-118>
5. Yaroshevskaya Kh.M., Dobrynina A.F. Realizatsiya printsipa nepreryvnosti v khimicheskoy obrazovani [Implementing the principles of lifelong learning in chemical education]. *Psikhologicheskie problemy nepreryvnoy professionalnoy podgotovki spetsialistov. Tezisy dokladov Vserossiyskoy konferentsii* [Proc. of the Russian Nationwide Conference on Psychological Issues in Lifelong Vocational Training of Specialists]. Kazan, 1995. pp. 142–143.
6. Barabanov V.P. *Programma obshchekhimicheskikh distsiplin dlya podgotovki spetsialistov inzhenerno-tekhnologicheskikh spetsialnostey* [Program for general chemistry disciplines to train professionals in chemical engineering]. Kazan, 1996. 56 p.
7. Nikitaev V. Activity-based approach to the content of higher education. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 1997, Iss. 1, pp. 34–44. In Rus.
8. Yaroshevskaya Kh.M. O podgotovke spetsialistov dvoynoy kompetentsii [On training dual-competence professionals]. *Tezisy dokladov respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Proc. of the republic-wide scientific and practical conference]. Kazan, 1991.
9. Mikvabiya E.G., Vlasova O.F. *Nekotorye psikhologo-pedagogicheskie aspekty podgotovki spetsialistov tekhnicheskogo vuza* [Some psychological and pedagogical aspects of training engineering professionals]. Lugansk, Lugansk Institute of Mechanical Engineering Publ., 1990. 10 p. Deposited with Scientific Research Institute of Higher Education Problems 18.12.90, no. 1696-90, dep.
10. Akhtyamova S.S. New information technologies in training plastic processing engineers. *Professionalnoe obrazovanie*, 2000, Iss. 4, pp. 66–70. In Rus.
11. Akhtyamova S.S., Kurnosov V.V., Perukhin Yu.V. Sistemy CAD/CAM/CAE kak vazhneyshiy faktor v podgotovke bakalavrov po napravleniyu «Khimicheskaya tekhnologiya» profil «Tekhnologiya i pererabotka polimerov» [CAD/CAM/CAE systems as the most important factor in the preparation of bachelors in the direction of «Chemical Technology» profile «Technology and polymer processing»]. *Aktualnye problemy nauki o polimerakh. Sbornik trudov II Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii (c mezhdunarodnym uchastiyem) prepodavateley i studentov VUZov* [Proc. of the II All-Russian Scientific Conference (with international participation) of university teachers and students. Actual problems of polymer science]. Kazan, May 25–26, 2021. pp. 45–47.
12. Akhtyamova S.S., Kurnosov V.V., Perukhin Yu.V. Primenenie sistem CAD/CAM/CAE dlya uluchsheniya kachestva podgotovki studentov po pererabotke polimerov [Using the CAD/CAM/CAE systems to enhance the quality of training students majoring in processing polymers]. *Novye standarty i tekhnologii inzhenernogo obrazovaniya: vozmozhnosti vuzov i potrebnosti neftegazokhimicheskoy otrasli. Materialy mezhdunarodnoy setevoy konferentsii. Sinergiya-2017* [Proc. of the International Networking Applied Research Conference. New Standards and Technologies of Engineering Education: University Opportunities and Needs of Petrochemical Sector (Synergy-2017)]. Kazan, December 5–6, 2017. Vol. 2, pp. 42–47.
13. Akhtyamova S.S., Malikova D.N., Yaroshevskaya Kh.M., Gatinskaya V.P., Kochnev A.M. Prikladnoy bakalavriat – novy vid podgotovki spetsialistov polimernogo profilya [Applied bachelor's degree programs as a new type of training professionals focusing on polymers]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2012, no. 1, pp. 277–281.
14. Efremova A.A., Akhtyamova S.S., Stoyanov O.V., Yaroshevskaya Kh.M., Sofina S.Yu. Implementation of practice-oriented educational program for applied baccalaureate on the direction «chemical technology». *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL*. Kazan, 2013, p. 740. DOI: 10.1109/ICL.2013.6644696
15. *Federalny gosudarstvenny obrazovatelny standart vysshego obrazovaniya bakalavriat po napravleniyu 18.03.01 Khimicheskaya tekhnologiya* [Federal state educational standard of higher education bachelor's degree in the direction of 18.03.01 Chemical technology]. Available at: <https://fgos.ru/fgos/fgos-18-03-01-himicheskaya-tehnologiya-922/> (accessed 10 October 2021).
16. *Reyestr profstandartov* [The register of professional standards]. Available at: <https://profstandart-rosmintrud.ru/> (accessed 10 October 2021).
17. Chubik P., Chuchalin A., Soloviev M., Zamyatina O. Training of elite engineering and technology experts. *Educational Studies Moscow*, 2013, no. 2, pp. 188–208. In Rus.
18. Sergeev V., Iskhakova D., Yaroshevskaya Kh. On the models of specialist's activities and training. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2005, Iss. 8, pp. 159–161. In Rus.
19. Miller R.K. From the ground up: rethinking engineering education for the 21<sup>st</sup> century. *Symposium on Engineering and Liberal Education*. Schenectady, New York, Union College, June 4–5, 2010.
20. Crawley E.F., Malmqvist J., Lucas W.A., Rodeur D.R. The CDIO Syllabus v. 2.0. An updated statement of goals for engineering education. *Proc. of the 7<sup>th</sup> International CDIO Conference*. Copenhagen, Technical University of Denmark, June 20–23, 2011.
21. Hanson M. Crawley E.F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D.R., Edström K. Review of the book: rethinking engineering education: the CDIO approach. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Springer, 2014. *Educational Studies Moscow*. 2014, no. 3, pp. 263–268. In Rus. DOI: 10.17323/1814-9545-2014-3-263-268

22. Crawley E.F., Hosoi A., Mitra A. Redesigning undergraduate engineering education at MIT – the new engineering education transformation (NEET) initiative. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. Salt Lake City, Utah, 2018, June. DOI 10.18260/1-2--30923
23. Crawley E.F., Hosoi A., Long G.L., (...), Dickson W., Mitra A.B. Moving forward with the New Engineering Education Transformation (NEET) program at MIT – building community, developing projects, and connecting with industry. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. Tampa, Florida, 2019. DOI 10.18260/1-2--33124.

Received: 14 October 2021.



УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_5

## ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ: DATA SCIENCE

**Хайруллина Эльмира Робертовна,**  
доктор педагогических наук, декан,  
Факультет дизайна и программной инженерии,  
Elm.khair@list.ru

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

Рассматриваются и изучаются последние тенденции в области науки о данных в образовании, чтобы рассмотреть современные направления и вклад в эпоху смарт-образования. Это включает в себя набор тщательно отрецензированных рукописей мирового класса, в которых рассматриваются и подробно описываются самые современные рамочные и методические исследовательские проекты в области науки о данных, применяемые в образовании, с использованием различных подходов, таких как слияние информации, мягкие вычисления, машинное обучение, Интернет вещей и др. На основе этого систематического обзора мы сформулировали некоторые рекомендации и предложения для исследователей, практиков и ученых по улучшению качества исследований в этой области.

**Ключевые слова:** Педагогическая технология, наука о данных, технология Data Science, образовательные системы.

### Введение

Термин Data Science (DS) относится к междисциплинарной области, которая включает в себя ряд методов, процессов и систем, направленных на извлечение знаний из данных. DS, которая является дисциплиной, очень связанной с вычислительной техникой, доказала свое применение в самых разных областях, особенно в образовании [1]. В образовательной среде происходит множество процессов, связанных с обучением, и в учебных заведениях постоянно генерируется большое количество потенциально значимых для обучения данных. Чтобы извлечь знания из этих данных для лучшего понимания процессов, связанных с обучением, использование подхода DS представляется полезным и необходимым [2].

Наука о данных лежит на стыке статистики и информатики и применяется в конкретных областях, таких как астрономия, лингвистика, медицина, психология или социология. Идея этой науки состоит в том, чтобы использовать большие данные для решения неразрешимых проблем, например, как медицинские работники могут создавать персонализированные лекарства на основе генов пациента или как предприятия могут делать прогнозы покупок на основе поведения клиентов. Для ответственного применения науки о данных, являющейся мощным инструментом, требуется обучение тому, как ее использовать и как понимать ее последствия.

Применение DS в области образования может представлять большой интерес для заинтересованных сторон (студентов, преподавателей, учебных заведений, ...), поскольку извлеченные знания из образовательных данных будут полезны для решения таких образовательных проблем, как повышение успеваемости студентов, высокий уровень оттока в учебных заведениях, задержки в обучении и так далее. Существует ряд дисциплин, связанных с Data Science, таких как Educational Data Mining и Learning Analytics, и все они важны для данного специального выпуска [3].

### Материалы и методы исследования

Цель данной статьи – представить материалы исследований по применению методов DS для извлечения знаний, представляющих интерес для участников образовательного процесса, при условии, что анализируемые данные представляют определённый образовательный процесс, а извлечённые знания используются для улучшения этого процесса. Мы рассматривали работы, включающие обсуждение реализации программных и/или аппаратных подходов, которые также фокусируются на последствиях для улучшения любого учебного процесса. Приоритет был отдан работам, которые демонстрируют сильное обоснование в теории обучения и/или строгий дизайн образовательных исследований. Мы рассматривали исследования, посвященные

высшему и последующему образованию любого типа (электронное обучение, смешанное и традиционное образование). Все принятые работы включают исчерпывающую проверку и содержат исключительно новые идеи в данной области.

Исследование, представленное в статье «Multilayered-Quality Education Ecosystem (MQEE): An Intelligent Education Modal for Sustainable Quality Education» (Verma A., и др.) [4], направлено на выявление некоторых скрытых параметров, которые влияют на экосистему качественного образования (Quality Education Ecosystem). Академическая неосведомленность, неучастие, неудовлетворенность и непонятность – вот основные рассматриваемые факторы. Для изучения влияния этих параметров на качество образования на уровне учебного заведения выдвигается ряд гипотез и проводятся опросы. Метод двуправленной взвешенной суммы используется для получения точных и достоверных результатов анализа граничной стоимости исследования. Связь между параметрами недоученности и качеством образования иллюстрируется с помощью корреляционных диаграмм и диаграмм рассеяния. Академическое безделье, скрытый и непреднамеренный рудимент, который влияет на QEE, также определен, намерен и исследован в этой работе.

В работе «Improving prediction of students' performance in intelligent tutoring systems using attribute selection and ensembles of different multimodal data sources» [5] авторы намерены предсказать успеваемость студентов университета, используя различные источники показателей и мультимодальных данных из интеллектуальной обучающей системы. Они собрали и предварительно обработали данные 40 студентов из различных мультимодальных источников: стратегии обучения из системных журналов, эмоции из видеозаписей мимики, распределение и фиксацию внимания из отслеживания глаз, а также результаты тестов на знание предмета. Их цель – проверить, можно ли улучшить предсказание, используя выбор атрибутов и ансамбли классификации.

В работе «Automated text detection from big data scene videos in higher education» (Manasa Devi M. и др.) [6] использовали новый подход к очистке видеоклипов для подачи нейросетевой модели на основе сети предложения регионов (region proposal network) с конволюционными нейронными сетями путем поиска

соответствующих соотношений якорей для извлечения кандидатов на текст. Обученная модель с извлеченными кадрами предсказывает для тестовых видео. Предложенный метод был оценен на эталонном наборе данных ICDAR Video text и нескольких общедоступных тестовых наборах данных, что позволило достичь высокого показателя запоминания.

В статье «Improve teaching with modalities and collaborative groups in an LMS: an analysis of monitoring using visualisation techniques» (Sáiz-Manzanares и др.) [7] основной целью является проверка эффективности трех форм преподавания (все они используют онлайн-обучение на основе проектов OPBL и Flipped Classroom и отличаются использованием виртуальных лабораторий и интеллектуального персонального помощника IPA) на поведение в Moodle и успеваемость студентов с учетом варианта формата совместной группы. Использовались как количественные, так и качественные методы исследования. Что касается количественного анализа, были обнаружены различия в поведении студентов в Moodle и в результатах обучения в зависимости от методов обучения, включающих виртуальные лаборатории. Аналогичным образом качественное исследование проанализировало модели поведения, найденные в каждой совместной группе в трех изученных модальностях обучения.

Исследование «Fuzzy-based Active Learning for Predicting Student Academic Performance using autoML: a step-wise approach» (Tsiakmakis и др.) [8], представляет метод нечеткого активного обучения для прогнозирования академической успеваемости студентов, который модульно сочетает в себе методы autoML. Было проведено множество экспериментов, показавших эффективность предложенного метода для точного прогнозирования студентов, подверженных риску неуспеваемости. Эти данные могут быть полезны для поддержки учебного процесса и более широкого изучения науки об образовании.

В статье «Peer Assessment Using Soft Computing Techniques» (Pinargote-Ortega и др.) [9], был применен сценарий оценки коллег в Техническом университете Манаби (Эквадор). Студенты и преподаватели оценивают некоторые работы с помощью рубрикаторов, выставляют числовой балл и текстовый отзыв, обосновывающий причины, по которым был выставлен такой числовой балл. Интерес

представляет сценарий выявления неточностей между обеими оценками. Предлагается модель с использованием методов «мягких» вычислений для обнаружения неточностей и снижения нагрузки на преподавателя в процессе исправления.

Авторы статьи «A Novel Automated Essay Scoring Approach for Reliable Higher Educational Assessments» [10] представляют нейросетевую модель на основе трансформатора для повышения эффективности автоматической оценки эссе с использованием Bi-LSTM (Bidirectional Long Short-Term Memory) и языковой модели RoBERTa на основе набора данных ASAP (Automated Student Assessment Prize) от Kaggle. Предлагаемая модель использует модель Bi-LSTM над предварительно обученной языковой моделью RoBERTa для решения проблемы связности в эссе, которая игнорируется традиционными методами оценки эссе, включая традиционные конвейеры обработки естественного языка, методы на основе глубокого обучения, смесь обоих. Сравнение экспериментальных результатов по оценке эссе с человеческими оценщиками показывает, что предложенная модель превосходит существующие методы оценки эссе по показателю QWK (Quadratic Weighted Kappa).

Основной целью исследования «Personalized training model for organizing blended and lifelong distance learning courses and its effectiveness in Higher Education» [11] является повышение персонализации обучения в высшем образовании. Предлагаемая гибкая модель организации смешанного и дистанционного обучения в высшем образовании предполагает создание индивидуальной траектории обучения путем тестирования студентов перед началом обучения. На основании результатов обучения студент зачисляется на учебную траекторию. Учебная траектория состоит из обязательных и дополнительных модулей для обучения; дополнительные модули можно не изучать в случае успешного прохождения теста по ним. В статье рассматривается состав интеллектуальных обучающих систем: модель студента, модель обучения и модель интерфейса.

Авторы статьи «IoT Text Analytics in Smart Education and Beyond» (Mohammed A.H.K., и др.) [12] освещают основные компоненты аналитики IoT, а также дают всесторонний обзор используемых методов и приложений текстовой аналитики и сравнение используемых

моделей и методов текстовой аналитики IoT в интеллектуальном образовании и многих других приложениях.

Наконец, в статье «A Framework to Capture the Dependency between prerequisite and Advanced Courses in Higher Education») [13] авторы предлагают новый алгоритм анализа графиков в сочетании со статистическим анализом для выявления зависимых отношений между результатами обучения по курсам (CLOs) предварительных и продвинутых курсов. Кроме того, построена новая модель для прогнозирования успеваемости студентов на продвинутых курсах на основе предварительных требований. Оценка доказывает, что предложенный алгоритм является точным, эффективным, действенным и применимым к реальным графам в большей степени, чем традиционный алгоритм.

### Обсуждения

Для улучшения исследований в этой области был предложен ряд следующих рекомендаций:

В работах, отобранных для включения в данный специальный выпуск, описан ряд методов науки о данных для извлечения знаний из образовательных данных. Однако извлеченные знания применимы только к рассматриваемой проблеме. Желательно получить общие модели, которые можно применять в других сценариях.

Большинство исследований сосредоточено на анализе только одного источника образовательных данных. Однако в современных «умных» классах регистрируется множество различных мульти-источников и мульти-модальных данных, и может быть очень интересно объединить эти данные для получения более содержательных и достоверных моделей.

Многие подходы DS генерируют модели, которые трудно интерпретировать, несмотря на то, что они могут давать очень точные результаты. Однако интерпретируемость иногда является требованием в образовании, поскольку она помогает понять процессы обучения и, следовательно, улучшить их путем вмешательства.

Современные образовательные модели разработаны на основе принципа повсеместности, особенно в случае чрезвычайных ситуаций, подобных той, что вызвана пандемией Ковид-19. В этом сценарии учащийся должен уметь регулировать свое обучение, что иногда

бывает непросто. Очень важно рассчитывать на инструменты для персонализированного обучения, которые адаптируются к каждому ученику в зависимости от его эмоций в определенный момент. В настоящее время перспективным направлением является использование виртуальных аффективных агентов.

### Заключение

В эту статью вошли 10 избранных статей, представляющих важные достижения в области Educational Data Science – Наука о данных в сфере образования. Отобранные статьи включают интересные исследования о развитии этой области, работы о перспективных технологиях и выдающихся исследований теорий и методов, которые будут играть решающую роль в будущем этой дисциплины.

В заключение мы даем рекомендации о том, какие возможности может использовать зарождающаяся область EDS, чтобы оказать большее влияние на образование. Первая такая возможность заключается в том, что область EDS должна опираться на богатый набор традиций, которые лежат в основе исследований в области образования; в частности, на традиции гуманистических и социальных наук, которые переживают схожий формат развития, когда наука о данных и большие данные входят в их сферы и революционизируют их. Слияние этих областей выявляет напряженность и успехи, которые, возможно, EDS может перенять. Одним из потенциальных подходов к интеграции науки о данных и образования является «состязательное сотрудничество». Аналогичным образом проекты в области образовательной науки о данных должны стремиться к тому, чтобы вобрать в себя лучшее из методологических традиций, присущих другим дисциплинам, наряду с их теоретическими и концептуальными традициями.

Эпистемологические методы экономистов порой вступают в противоречие с методами сообщества машинного обучения в области добычи данных [14]. Однако в высшем образовании методы EDS начинают открывать новые дополнительные перспективы в отношении институциональных данных и данных об уровне развития и достижений студентов. Поскольку эти данные становятся все более доступными, машинное обучение можно использовать для синтеза и формирования компетенций, через которые проходят студенты на протяжении своего обучения. Внедрение

подходов науки о данных не означает, что области отказываются от заслуженных достижений и устоявшихся постулатов, то есть речь не идет о межобластной колонизации. Например, экспериментальные разработки из области экономики иногда могут быть использованы в качестве золотого стандарта для оценки эффектов вмешательств, основанных на EDS, в высшем образовании.

Другой пример: столетний опыт психометрических исследований предлагает множество подходов к моделированию, которые стоит использовать наряду с современными подходами машинного обучения. Психометрические подходы могут быть информативными для последующего развития методологии (с точки зрения особенностей, которые могут заслуживать внимания) и полезными в качестве эталонов для новых методов науки о данных. Такая перспектива показывает, что выигрыш от применения подходов машинного обучения зачастую относительно невелик (если он вообще существует).

Один из важнейших вопросов заключается в том, как наилучшим образом подготовить студентов к работе. С нашей точки зрения, необходимо четко сосредоточиться на проблемах, имеющих отношение к образованию и потенциально решаемых с учетом имеющихся у нас данных. Несмотря на относительный «взрыв» данных в образовании, у нас по-прежнему гораздо меньше данных (т. е. данных, богатых многими полями), чем в других областях, и это может ограничить применимость самых сложных алгоритмических подходов. Мы также должны работать над формированием у студентов этики ответственности. Хотя многие представители технологической сферы придерживаются этики «быстро двигаться и идти напролом», мы считаем, что такое отношение было бы крайне неуместным, учитывая характер образования (т. е. разнообразие заинтересованных сторон и осторожность, необходимую при решении вопросов, затрагивающих молодежь). Скорее, мы должны быть больше похожи на врачей с их мандатом Гиппократова (прежде всего, не навреди). Вопросы справедливости, например, не могут рассматриваться в конце, а должны быть главными с самого начала.

Вычислительные подходы, используемые в EDS, интересны тем, что они могут дать новое понимание старых проблем или позволить использовать новые виды данных и перспектив



в исследованиях в области образования. Однако эти данные и подходы не станут панацеей. Поведенческие науки в целом и наука об образовании в частности являются сложными.

Следует ожидать, что большинство инноваций в области данных или вычислений приведут лишь к незначительному улучшению нашего понимания.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/REFERENCES

1. Klačnja-Milićević A., Ivanović M., Budimac Z. Data science in education: Big data and learning analytics. *Computer Applications in Engineering Education*, 2017, no. 25, pp. 1066–1078. DOI: <https://doi.org/10.1002/cae.21844>
2. Mitrofanova Y.S., Sherstobitova A.A., Filippova O.A. Modeling smart learning processes based on educational data mining tools. *Smart Education and e-Learning*, 2019, vol. 144, pp. 561–571. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-13-8260-4\\_49](https://doi.org/10.1007/978-981-13-8260-4_49)
3. Romero C., Ventura S. Educational data mining and learning analytics: an updated survey. *Wires Data Mining and Knowledge Discovery*, 2020, vol. 10, Iss. 3. DOI: <https://doi.org/10.1002/widm.1355>
4. Verma A., Singh A., Lughofer E., Xiaochun Cheng, Abualsaud Kh. Multilayered-quality education ecosystem (MQEE): an intelligent education modal for sustainable quality education. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 3. Available at: <https://www.springerprofessional.de/en/multilayered-quality-education-ecosystem-mqee-an-intelligent-edu/19404344> (accessed 21 May 2021).
5. Chango W., Cerezo R., Sanchez-Santillan M. Improving prediction of students' performance in intelligent tutoring systems using attribute selection and ensembles of different multimodal data sources. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 614–634. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09298-8>
6. Manasa Devi M., Seetha M., Viswanadha Raju S. Automated text detection from big data scene videos in higher education: a practical approach for MOOCs case study. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 581–613. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09294-y>
7. Sáiz-Manzanares M.C., Marticorena-Sánchez R., Rodríguez-Díez J.J. Improve teaching with modalities and collaborative groups in an LMS: an analysis of monitoring using visualisation techniques. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 747–778. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09289-9>
8. Tsiakmaki M., Kostopoulos G., Kotsiantis S., Ragos O. Fuzzy-based active learning for predicting student academic performance. *Proc. of the 6<sup>th</sup> International Conference on Engineering & MIS 2020 (ICEMIS'20)*. New York, Association for Computing Machinery, 2020. Article No. 87, pp. 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1145/3410352.3410823>
9. Pinargote-Ortega M., Bowen-Mendoza L., Meza J. Peer assessment using soft computing techniques. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 684–726. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09296-w>
10. Beseiso M., Alzubi O.A., Rashaideh H. A novel automated essay scoring approach for reliable higher educational assessments. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 727–746. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09283-1>
11. Bekmanova G., Ongarbayev Y., Somzhurek B. Personalized training model for organizing blended and lifelong distance learning courses and its effectiveness in Higher Education. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 668–683. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09282-2>
12. Mohammed A.H.K., Jebamikyous H.H., Nawara D. IoT text analytics in smart education and beyond. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 779–806. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09295-x>
13. Raghda Fawzey Hriez, Ghazi Al-Naymat. A framework to capture the dependency between prerequisite and advanced courses in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 1–38. DOI: [10.1007/s12528-021-09292-0](https://doi.org/10.1007/s12528-021-09292-0)
14. Aljawarneh S., Lara J.A. Data science for analyzing and improving educational processes. *Journal of Computing in Higher Education*, 2021, Iss. 33, pp. 545–550. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09299-7>

Дата поступления: 17.08.2021 г.



UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_5

## DATA SCIENCE AS A TOOL FOR EDUCATIONAL PROCESS DEVELOPMENT

**Elmira R. Khairullina,**

Dr. Sc., dean, Faculty of Design and Software Engineering, Elm.  
khair@list.ru

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

The latest trends in data science in education are reviewed and studied to consider current trends and contributions to the era of smart education. This includes a set of carefully peer-reviewed, world-class manuscripts that review and detail cutting-edge, framework and methodological data science research projects applied in education using various approaches such as information fusion, soft computing, machine learning, Internet of Things, etc. Based on this systematic review, we have formulated some recommendations and suggestions for researchers, practitioners and scientists to improve the quality of research in this area.

**Key words:** Pedagogical technology, data science, data science technology, educational systems.

Received: 17 August 2021.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_6

**ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПО ЭЛЕКТРО-РАДИОИЗМЕРЕНИЯМ****Красивская Мария Игоревна<sup>1</sup>,**старший преподаватель, Департамент электронной инженерии,  
mkrasivskaya@hse.ru**Юрин Александр Игоревич<sup>1</sup>,**кандидат технических наук, доцент, Департамент электронной инженерии,  
ayurin@hse.ru**Гаспарян Антон Оганесович<sup>1</sup>,**

студент.

**Дубильер Яна Александровна<sup>1</sup>,**

студент.

**Заволовая Надежда Борисовна<sup>1</sup>,**

студент.

**Сергеенко Ксения Андреевна<sup>1</sup>,**

студент.

**Денисенко Сергей Александрович<sup>2</sup>,**директор,  
office@vniims.ru

<sup>1</sup> Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»,  
Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, 20

<sup>2</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы,  
Россия, 119361, г. Москва, ул. Озерная, 46

Описан подход к организации лабораторных практикумов по электро-радиоизмерениям, заключающийся в использовании «Виртуальной лаборатории». Подобный подход позволил реализовать часть учебного процесса в дистанционном или фронтальном режиме, снизить затраты на реализацию лабораторных практикумов, уменьшить риски вывода из строя дорогостоящего оборудования по причине неквалифицированного использования, реализовать новые формы работы, сложно реализуемые в рамках традиционной лаборатории (такие, например, как введение и поиск неисправностей). Для решения поставленных задач использовался метод моделирования лабораторной среды, основанный на программном обеспечении LabVIEW. С помощью встроенных и специально разработанных инструментов программирования, математических библиотек реализованы визуальные образы и функционал различных элементов оснащения виртуального лабораторного стола: контрольно-измерительных приборов, вспомогательного оборудования, соединительных кабелей, взаимодействие между ними. Разработанные виртуальные модели визуально практически идентичны соответствующим реальным прототипам по набору, расположению органов управления (кнопок, переключателей, индикаторов, панелей), что позволяет расширить и дополнить набор компетенций, приобретаемых учащимися при использовании традиционной лаборатории: ключевых навыков работы с современным контрольно-измерительным оборудованием, включая формирование тестовых последовательностей, выполнение измерений, обработку и представление их результатов, с акцентом на автоматизацию всех этапов работы с измерительной информацией за счёт разработки и применения профессионального программного обеспечения.

**Ключевые слова:** Виртуальные приборы, LabVIEW, лабораторный практикум, модели измерительных приборов, виртуальные лабораторные стенды

**Введение**

Для инженерных направлений подготовки лабораторные работы являются неотъемлемой частью учебного процесса, направленной на формирование и развитие необходимых профессиональных компетенций. При

этом закупка, содержание и обслуживание большого парка специализированного оборудования могут быть затруднительными или экономически неоправданными. Кроме того, в современных условиях часто возникает необходимость организации практикумов для

студентов различных форм обучения (очная, заочная, с использованием дистанционных технологий, гибридный формат), что особенно актуально в условиях пандемии Covid-19 [1].

В настоящее время большинство образовательных учреждений оснащены компьютерной техникой, поэтому одним из актуальных направлений решения данной задачи является реализация лабораторных практикумов с использованием специализированных виртуальных лабораторных стендов [2].

Виртуальный лабораторный стенд представляет собой программное обеспечение, позволяющее имитировать реальные процессы и максимально близко отражать принципы, режимы и порядок работы соответствующего оборудования. Реализация такого программного обеспечения позволяет осуществлять проведение лабораторных работ без необходимости использования реального оборудования [3, 4].

Представляется целесообразным создание и внедрение в материально-техническую базу университетов, осуществляющих подготовку по инженерным специальностям, «Виртуальной лаборатории» – интегрированного образовательного решения (виртуальной лабораторной среды) для проведения лабораторных, практических занятий студентов, повышения квалификации специалистов, проведения контрольных мероприятий.

Использование такой среды позволит студенту, преподавателю, слушателю курсов дополнительного образования без ограничения времени выполнять назначенные задания (как полностью в виртуальной форме, так и в форме тренировки перед работой с реальным оборудованием), самостоятельно экспериментировать с лабораторным оборудованием и различными электронными компонентами (что будет, несомненно, повышать заинтересованность учащегося).

Таким образом, достигается повышение эффективности образовательного процесса за счёт расширения его возможностей и обеспечения доступности большому числу обучающихся [5].

### **Оборудование лабораторных стендов**

В настоящее время для организации и проведения лабораторных работ по электро-радиоизмерениям используются различные подходы [6–8]. Выпускаются и применяются

как аппаратно-, так и программно-реализованные решения. В частности, на рынке представлены готовые специализированные учебные лабораторные стенды.

Примером такого решения для учебных заведений является стенд «Электрические измерения и основы метрологии» компании «Флагман Про» [9]. Стенд представляет собой набор модулей с множеством возможных комбинаций сборки, что значительно расширяет его возможности. Используя данный стенд, преподаватели могут провести около 10 различных лабораторных работ, помогающих студентам ознакомиться с применением электроизмерительных приборов и закрепить теоретические знания на практике. Стенд включает в себя: модуль питания, функциональный генератор, автотрансформатор, измерительный блок, ваттметр, электромеханические измерительные приборы, трансформатор тока и напряжения, схему потенциометра постоянного тока, элементы ЦАП и АЦП, магазин сопротивлений.

На рынке также представлен похожий лабораторный стенд «Электрические измерения и основы метрологии» (ЭИОМ2-СР-1) от компании ДЕНАР [10], в состав которого входят модули: функциональный генератор, модуль питания, блок испытания цифровых устройств, элементы измерительных цепей, мультиметр, измеритель мощности. Лабораторный стенд также имеет модульный принцип построения и может быть собран в различных конфигурациях для проведения соответствующих работ.

Интересным примером несколько иного подхода является предлагаемое компанией *National Instruments* (США) использование платформы ELVIS для обучения студентов основам измерений [11]. Особенностью данного решения является то, что теоретической основой курса являются вопросы технологии сбора данных. Идёт ориентация не на работу студентов с готовыми приборами, а на реализацию проектного подхода. В рамках практикума студенты сами строят программные компоненты для решения измерительных задач на основе платформы ELVIS и встроенного в него многофункционального оборудования сбора данных.

Упомянутые решения отличает модульность и относительная гибкость в части реализации различных работ. К некоторым ограничениям данных продуктов можно отнести достаточно высокую стоимость и потенциаль-

ные затруднения при необходимости организации проведения работ в онлайн-формате. Для решения этой задачи разрабатываются виртуальные лабораторные стенды и приборы [12–15].

### Виртуальные образовательные решения

Одним из популярных отечественных учебно-методических комплексов является виртуальный практикум «LabVIEW. Практикум по основам измерительных технологий» [16]. Практикум включает в себя комплект программно-реализованных виртуальных лабораторных стендов и учебное пособие, включающее методические указания к ним. Программное обеспечение практикума создано в среде разработки LabVIEW (англ. *Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench*) от компании *National Instruments*.

Данный комплекс хорошо зарекомендовал себя в учебном процессе и помог многим преподавателям в проведении занятий, однако его функционал и гибкость несколько ограничены и не предоставляют возможности студентам полностью ознакомиться с функциями, внешним видом и поведением современных электроизмерительных приборов. Кроме того, код программного обеспечения является закрытым, стенды поставляются в виде законченных исполняемых приложений и использовать виртуальные приборы можно только в рамках предложенных лабораторных работ.

Другой интересный пример отечественной разработки представлен в статье [17]. Автор описывает разработку стенда для проверки низкочастотного генератора сигналов произвольной формы, который включает в себя: измерительный низкочастотный генератор сигналов специальной формы, цифровой электронно-счетный частотомер, вольтметр, экран электронно-лучевого осциллографа, измеритель нелинейных искажений, два коммутационных блока.

На зарубежном рынке также представлены несколько примеров виртуальных стендов. В частности, в статье [18] описываются такие виртуальные приборы, как цифровой осциллограф и функциональный генератор сигналов, а также процесс разработки приборов и их интерфейса в среде графического программирования LabVIEW, которая активно используется для построения виртуальных лабораторных стендов [19].

### Разработка «Виртуальной лаборатории»

По результатам анализа составлен список наиболее часто встречающихся модулей (приборов) лабораторных стендов, а также лабораторных работ, которые можно реализовать на основе выявленных модулей.

Для решения задачи разработки программного обеспечения «Виртуальной лаборатории» могут быть использованы различные инструменты. В частности, возможно использование:

- универсальных текстовых языков программирования;
- специализированных средств графического программирования.

Основным средством реализации была выбрана среда LabVIEW. За счёт наличия развитого инструментария визуального программирования, математических библиотек упрощается реализация визуальных образов и алгоритмов действия различных элементов виртуального лабораторного рабочего стола: контрольно-измерительных приборов, электронных компонентов, макетных плат, соединительных кабелей, коаксиальных разъемов BNC (англ. *Bayonet Neill-Concelman*), взаимодействие между ними в рамках выполнения работы.

При выработке проектной идеи прорабатывались несколько основных вариантов реализации «Виртуальной лаборатории»:

- создание набора законченных стендов, каждый из которых реализован в виде большого окна приложения с законченной конфигурацией стенда;
- использование окна стенда с возможностью «наполнения» приборами; формирование стенда на рабочем столе из приборов, вызываемых в отдельных «плавающих» окнах.

Основными критериями выбора были гибкость с точки зрения создания различных стендов и их модификации, а также удобство и нетребовательность к ресурсам для возможности использования на различном компьютерном оборудовании. Исходя из указанных критериев, в качестве основного был выбран третий подход.

По результатам анализа существующих решений был составлен список основных модулей для реализации виртуальных лабораторных стендов по электро-радиоизмерениям, подлежащих первоочередному моделированию:



- магазин сопротивлений;
- функциональный генератор;
- источники питания;
- мультиметры;
- вольтметры;
- частотомер;
- осциллограф.

Виртуальные модели приборов строились по модульному принципу, на основе разработанной **библиотеки инструментов MIST** (англ. *Measuring Instruments Simulation Toolkit*). Библиотека MIST организована в виде дополнительных пользовательских подпалитр элементов для *Controls Palette* и *Functions Palette* NI LabVIEW. Библиотека MIST состоит из наборов подпрограмм, графических элементов, а также шаблонов, предназначенных для построения моделей электроизмерительных приборов [20].

Для формирования передних панелей моделей приборов библиотека MIST включает наборы специально созданных и настроенных элементов:

- контактов (гнезд, штекеров, клемм, разъёмов BNC и др.);
  - регуляторов значений и переключателей;
  - кнопок и кнопочных групп;
  - отображающих устройств (цифровых дисплеев и их элементов, аналоговых шкал).
- Необходимость создания этой части библиотеки была обусловлена отсутствием нужных для моделирования элементов в палитрах LabVIEW либо их недостаточно проработанной визуализацией. При создании использовались встроенный редактор ctl-элементов LabVIEW и графические редакторы. В процессе подготовки частей пользовательских элементов передней панели, исходя из критериев качества изображения и поддержки прозрачности фона, использовался графический формат PNG (англ. *Portable Network Graphics*).
- Для построения программной части моделей предусмотрены:
- структуры для хранения и передачи данных о режимах работы и отображения, диапазонах, характеристиках прибора;
  - подпрограммы подготовки результатов для отображения, выбора пределов измерений (в т. ч. автоматического), обработки типо-

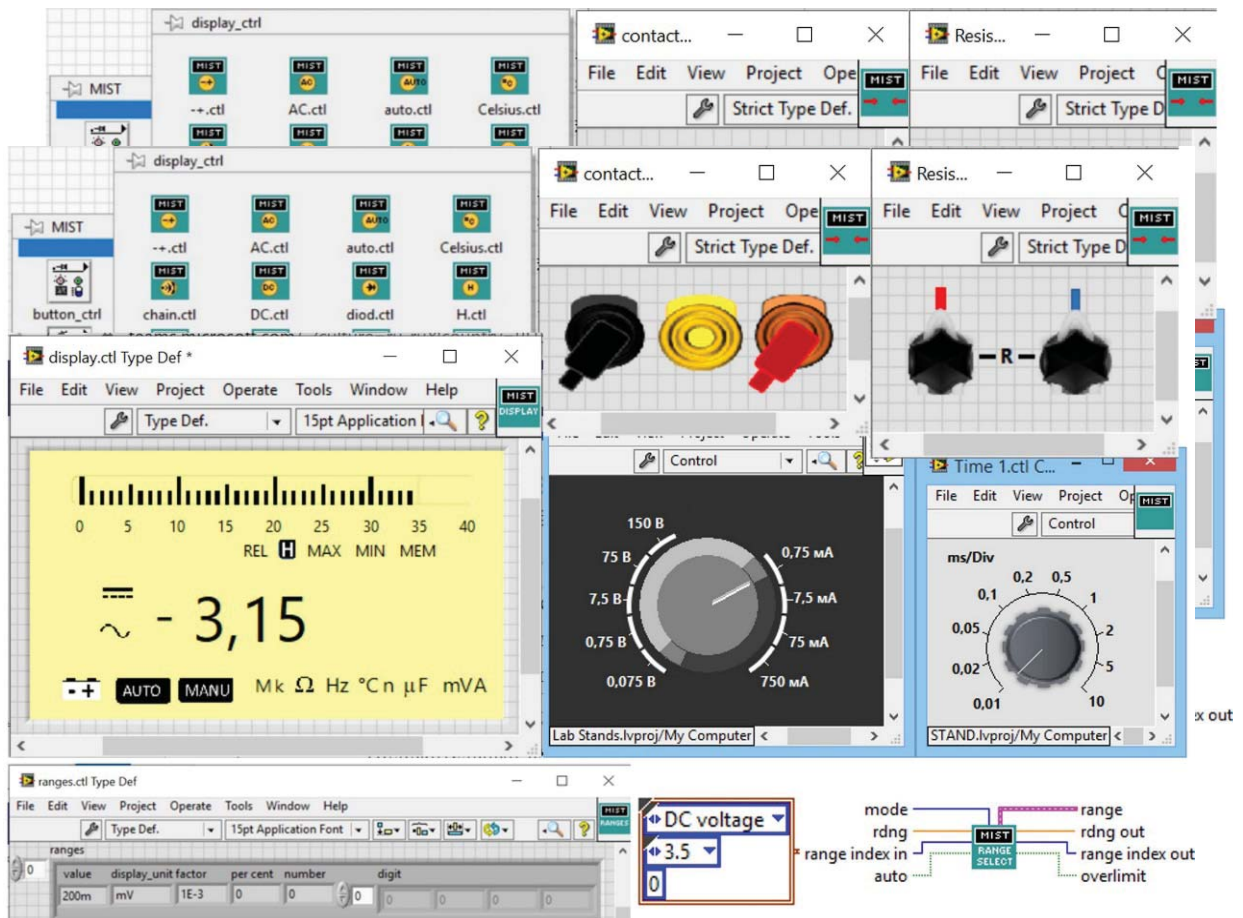


Рис. 1. Примеры элементов «Библиотеки MIST»

Fig. 1. Examples of «MIST Libraries» elements



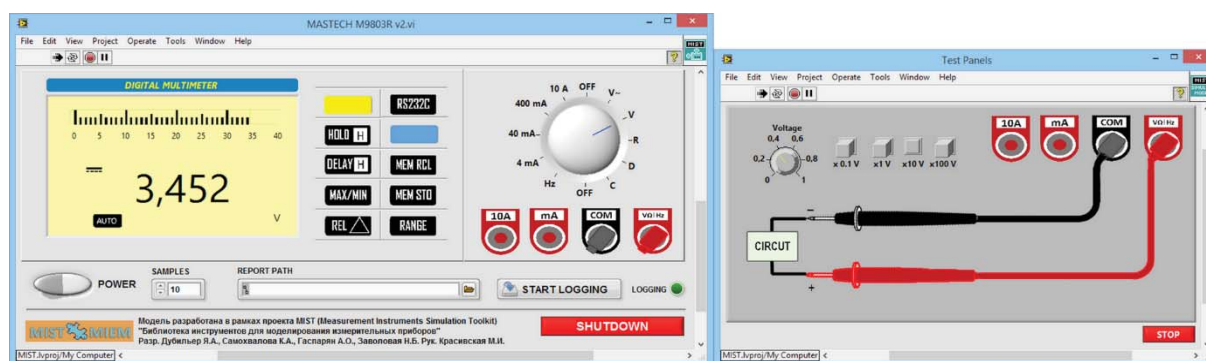


Рис. 2. Учебная модель мультиметра

Fig. 2. Teaching model of the multimeter

вых операций управления, расчёта параметров сигналов и цепей, эмуляции погрешностей;

- шаблоны приложений для построения моделей приборов и стендов.

При создании этой части библиотеки активно использовались определения типа (*Type Def.*), содержащие кластеры для структурирования и организации данных.

Элементы библиотеки пригодны для повторного использования при построении моделей различных виртуальных приборов или стендов, а также, при необходимости, могут быть легко модифицированы. Процесс применения и модификации элементов описан в подробной инструкции.

Примеры некоторых элементов библиотеки MIST представлены на рис. 1.

С использованием «Библиотеки MIST» разработан набор учебных моделей приборов, всего более десяти, в том числе мультиметры, вольтметры, функциональный генератор, осциллограф и др. Пример простой модели прибора – типового настольного цифрового мультиметра – представлен на рис. 2.

Модель предназначена для выполнения лабораторной работы по метрологии. В учебных целях модель прибора дополнена набором тестовых панелей для эмуляции применения прибора в различных режимах, а также возможностью автоматического протоколирования результатов измерений для последующей обработки.

В зависимости от выделенного времени лабораторная работа может включать не только взаимодействие с готовой моделью, но и предварительное её построение в LabVIEW. С использованием готовых элементов библиотеки, по соответствующим методическим указаниям, создание модели занимает около двух академических часов. Такой подход созвучен

идеям конструкционизма в образовательных технологиях, сформулированным Сеймуром Папертом [21]. Помимо этого, студенты одновременно работают над формированием инструментальных компетенций – навыков программирования в среде LabVIEW, признаваемой отраслевым стандартом де-факто [22].

Из парка моделей оборудования «Виртуальной лаборатории» создано несколько виртуальных стендов. Примером является разработанный в ходе данной работы виртуальный стенд для проведения лабораторной работы по измерению мощности постоянного тока (рис. 3). Стенд включает окно с меню для выбора моделей приборов. Для вызова того или иного прибора пользователю необходимо нажать на соответствующую кнопку в меню. Все подпрограммы приборов работают синхронно, взаимодействие, передача данных между моделями осуществляется через глобальные переменные.

Данный стенд содержит четыре виртуальных прибора: источник питания, магазин сопротивлений, мультиметр, выполняющий роль амперметра, и мультиметр, выполняющий роль вольтметра.

Программа виртуального стенда запускается через исполняемый \*.exe файл, для запуска которого на компьютере необходимо иметь установленное бесплатное программное обеспечение NI LabVIEW Run-Time Engine. Каждый виртуальный прибор запускается из меню в своем окне, тем самым предоставляя возможность расположить программы на экране удобным пользователю образом и снижая требования к минимальному размеру экрана.

Подпрограммы симулируют подключение приборов проводами, возле каждого разъема для контактов прибора при нажатии отображается цифра, которая означает номер провода, которым выполняется «соединение»



Рис. 3. Виртуальный лабораторный стенд для измерения мощности постоянного тока  
Fig. 3. Virtual laboratory stand for measuring DC power

приборов. Перебор цифр для выбора провода осуществляется многократным нажатием на контакт. Для контроля правильности подключения приборов используется специальная подпрограмма.

В рамках «Виртуальной лаборатории» также создано несколько стендов с использованием традиционного формата «одного окна». В качестве примера на рис. 4 представлен стенд по изучению влияния систематической (энергетической) погрешности. Данный стенд может использоваться для выполнения двух начальных лабораторных работ классического практикума по метрологии и электро-радиоизмерениям. Модели вольтамперметра,

цифрового универсального вольтметра и тестового источника напряжений, созданные для этого стенда, реализованы в виде отдельных приложений, при этом основной функционал вынесен в подпрограммы. Таким образом, здесь опробован подход, позволяющий использовать модели приборов для построения стендов как в виде набора «плавающих окон», так и в традиционном формате «одного окна», который может быть более удобен и понятен студентам при выполнении работ в самом начале практикума.

В «Виртуальную лабораторию» также входят виртуальные лабораторные стенды по измерению постоянного напряжения и па-



Fig. 4. Лабораторный стенд по изучению систематической погрешности  
Fig. 4. Laboratory stand for the study of systematic error

раметров переменного напряжения, осциллографическим измерениям. Продолжается работа по расширению парка модельных приборов и созданию новых стендов.

### Заключение

Результаты работы позволяют проводить практические занятия по дисциплинам, связанными с измерительными технологиями в фронтальном либо дистанционном формате без необходимости покупки и использования реального оборудования лабораторий, а также помогают развивать программно-методическое обеспечение учебного процесса.

Кроме того, создание и внедрение новых образовательных технологий, в том числе цифровых, является одним из важнейших компонентов программы развития ведущих университетов. Цифровизация образования выделяется как важный фактор, позволяющий повысить эффективность учебного процесса. Дальнейшее развитие и внедрение «Виртуальной лаборатории» позволит достичь следующих результатов:

- реализация полноценного учебного процесса по инженерным образовательным

программам в дистанционном формате, расширение номенклатуры программ дополнительного образования, получение конкурентоспособного образовательного продукта;

- эффективное использование ресурсов лабораторий, активное внедрение цифровых образовательных технологий, развитие учебно-методического обеспечения;
- повышение интерактивности лабораторно-практических занятий для лучшей вовлеченности обучающихся, получение гибкого программного инструмента для упрощения организации и проведения занятий в дистанционном формате;
- полноценное формирование образовательных компетенций, соответствие опыта работы с виртуальными моделями использованию реального оборудования.

*«Виртуальная лаборатория» создана в рамках работы проектной группы Департамента электронной инженерии Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики».*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Software implementation of a virtual laboratory bench for distance learning / D.S. Gubsky, A. Smolyaninov, I. Pochneva, I. Fateeva, K. Singur // E3S Web of Conferences, 2021. DOI: 10.1051/e3s-conf/202124411009. URL: [https://www.researchgate.net/publication/350180224\\_Software\\_implementation\\_of\\_a\\_virtual\\_laboratory\\_bench\\_for\\_distance\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/350180224_Software_implementation_of_a_virtual_laboratory_bench_for_distance_learning) (дата обращения 11.03.2021).
2. Применение виртуальных лабораторных стендов в образовательном процессе / А.И. Юрин, М.И. Красивская, А.В. Дмитриев, Г.Ю. Злодеев. // Информационные технологии. – 2014. – № 6. – С. 70–72.
3. Zemlyakov V.V. Computer modelling of virtual measuring stands // 2018 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE). DOI: 10.1109/APEDE.2018.8542259. URL: [https://www.researchgate.net/publication/329491200\\_Computer\\_Modelling\\_of\\_Virtual\\_Measuring\\_Stands](https://www.researchgate.net/publication/329491200_Computer_Modelling_of_Virtual_Measuring_Stands) (дата обращения 11.03.2021).
4. Morozova E.V., Kulikov K.A., Lazebnikov S.S. The laboratory stand simulation for programming microprocessor devices // 2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus). – 2019. – P. 125–128. DOI: 10.1109/EIConRus.2019.8657118. URL: [https://www.researchgate.net/publication/331846400\\_The\\_Laboratory\\_Stand\\_Simulation\\_for\\_Programming\\_Microprocessor\\_Devices](https://www.researchgate.net/publication/331846400_The_Laboratory_Stand_Simulation_for_Programming_Microprocessor_Devices) (дата обращения 11.03.2021).
5. Юрин А.И., Красивская М.И., Дмитриев А.В. Проблемы подготовки специалистов в области метрологии наноиндустрии // Качество. Инновации. Образование. – 2015. – № 3. – С. 19–22.
6. Arkhipov A., Prokudina N., Patutin K. Development of a visualization system for a virtual laboratory for training personnel of industrial enterprises // Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 2096. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2096/1/012035/meta> (дата обращения 11.03.2021).
7. Prichetnikov A.V., Tishchenko I.A., Fedorov I.S. Investigation on the Application of Virtual Education for Engineering Students in the Energy Industry // 2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon). DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271451. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9271451> (дата обращения 11.03.2021).
8. Troyanovskiy V.M., Sliusar V.V., Soe K.N. Selecting process modeling tools for virtual laboratory // 2019 International Russian Automation Conference. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867766. URL: [https://www.researchgate.net/publication/336557925\\_Selecting\\_Process\\_Modeling\\_Tools\\_for\\_Virtual\\_Laboratory](https://www.researchgate.net/publication/336557925_Selecting_Process_Modeling_Tools_for_Virtual_Laboratory) (дата обращения 11.03.2021).

9. Комплект учебного оборудования «Электрические измерения и основы метрологии» // УчтехПрофи. URL: [https://labstand.ru/catalog/elektricheskie\\_izmereniya\\_i\\_osnovy\\_metrologii/tipovoy\\_komplekt\\_uchebnogo\\_oborudovaniya\\_elektricheskie\\_izmereniya\\_i\\_osnovy\\_metrologii\\_nastolnyy\\_var\\_1365](https://labstand.ru/catalog/elektricheskie_izmereniya_i_osnovy_metrologii/tipovoy_komplekt_uchebnogo_oborudovaniya_elektricheskie_izmereniya_i_osnovy_metrologii_nastolnyy_var_1365) (дата обращения 11.03.2021).
10. Электрические измерения и основы метрологии (ЭИОМ2-СР-1) // ДЕНАР. URL: <http://www.denar-prof.ru/products/2306> (дата обращения 11.03.2021).
11. Student projects for measurements and instrumentation // National Instruments. URL: <https://education.ni.com/teach/resources/1014/student-projects-for-measurements-and-instrumentation> (дата обращения 11.03.2021).
12. Patrascoiu N., Rus C., Negru I.N. Virtual tools used to study the electrical equipment operating modes // 22<sup>nd</sup> International Carpathian Control Conference (ICCC). – 2021. DOI: 10.1109/ICCC51557.2021.9454642. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9454642> (дата обращения 11.03.2021).
13. Choni Y., Dardymov A. Advantages and «pitfalls» of applying virtual laboratory works in technology education // AIP Conference Proceedings. – 2019. DOI: 10.1063/1.5140105. URL: [https://www.researchgate.net/publication/338009386\\_Advantages\\_and\\_pitfalls\\_of\\_applying\\_virtual\\_laboratory\\_works\\_in\\_technology\\_education](https://www.researchgate.net/publication/338009386_Advantages_and_pitfalls_of_applying_virtual_laboratory_works_in_technology_education) (дата обращения 11.03.2021).
14. Sutchenkov A.A., Tikhonov A.I. Electrical engineering materials virtual laboratory // 2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education. DOI: 10.1109/INFORINO.2018.8581843. URL: [https://www.researchgate.net/publication/330273023\\_Electrical\\_Engineering\\_Materials\\_Virtual\\_Laboratory](https://www.researchgate.net/publication/330273023_Electrical_Engineering_Materials_Virtual_Laboratory) (дата обращения 11.03.2021).
15. Electrotechnical Laboratory: From Physical Experiment to Virtual Scenario / L.V. Alexeychik, M.P. Zhokhova, D.V. Mikheev, M.V. Karpunina // 2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education. DOI: 10.1109/INFORINO.2018.8581853. URL: [https://www.researchgate.net/publication/330270270\\_Electrotechnical\\_Laboratory\\_From\\_Physical\\_Experiment\\_to\\_Virtual\\_Scenario](https://www.researchgate.net/publication/330270270_Electrotechnical_Laboratory_From_Physical_Experiment_to_Virtual_Scenario) (дата обращения 11.03.2021).
16. LABVIEW. Практикум по основам измерительных технологий / В.К. Батоврин, А.С. Бессонов, В.В. Мошкин, В.Ф. Папуловский. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 232 с.
17. Манонина И.В. Применение программы LabVIEW для изучения вопросов поверки измерительных приборов // Т-Сотт-Телекоммуникации и Транспорт. – 2012. – № 8. – С. 50–52.
18. Yongyu Peng, Kehong Zhang. Based on LabVIEW remote virtual electronic laboratory design and implementation // The Open Cybernetics & Systemics Journal. – 2014. – № 8 (1). – P. 754–761.
19. What is LabVIEW? // National Instruments. URL: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html> (дата обращения 11.03.2021).
20. Библиотека инструментов для моделирования измерительных приборов / К.А. Сергеенко, Я.А. Дубильер, А.О. Гаспарян, Н.Б. Заволовая // Ежегодная межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов имени Е.В. Арменского. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2021. – С. 164–165.
21. Papert S., Harel I. Situating constructionism. 1991. URL: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html> (дата обращения 11.03.2021).
22. Arpaia P., De Matteis E., Inglese V. Software for measurement automation: a review of the state of the art // Measurement. – 2015. – V. 66. – P. 10–25.

Дата поступления: 09.08.2021 г.



UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_6

## VIRTUAL LABORATORY FOR ELECTROARADIO MEASUREMENTS

**Maria I. Krasivskaya**<sup>1</sup>,  
senior lecturer,  
mkrasivskaya@hse.ru

**Alexander I. Yurin**<sup>1</sup>,  
Cand. Sc., associate professor,  
ayurin@hse.ru

**Anton O. Gasparyan**<sup>1</sup>,  
student.

**Yana A. Dubilyer**<sup>1</sup>,  
student.

**Nadezhda B. Zavyalova**<sup>1</sup>,  
student.

**Ksenia A. Sergeenko**<sup>1</sup>,  
student.

**Sergey A. Denisenko**<sup>2</sup>,  
director,  
office@vniims.ru

<sup>1</sup> HSE University,  
20, Myasnitskaya street, Moscow, 101000, Russia

<sup>2</sup> All-Russian scientific research institute of metrological service,  
46, Ozernaya street, Moscow, 119361, Russia

The paper describes an approach to the organization of laboratory workshops on electro-radio measurements, which consists in the use of a «Virtual Laboratory». This approach made it possible to implement part of the educational process in remote or frontal mode, to reduce the cost of implementing laboratory workshops, to reduce the risks of failure of expensive equipment due to unskilled use, to implement new forms of work that are difficult to be implemented in a traditional laboratory (such as introduction and troubleshooting). To solve the tasks, the method of modeling the laboratory environment based on the LabVIEW software was used. With the help of built-in visual programming tools, mathematical libraries, visual images and functionality of various elements of the virtual laboratory table equipment are implemented: control and measuring devices, auxiliary equipment, connecting cables, and interaction between them. The developed virtual models are visually identical to the corresponding real prototypes in terms of the set and arrangement of controls (buttons, switches, indicators, panels), which allows you to expand and supplement the set of competencies acquired by students using a traditional laboratory: key skills in working with modern control and measurement equipment, including the formation of test sequences, performing measurements, processing and presenting their results, with an emphasis on automating all stages of working with measurement information through the development and application of professional software.

**Key words:** Virtual instruments, LabVIEW, laboratory workshop, models of measuring instruments, virtual laboratory stands.

«Virtual laboratory» was developed within the work of the project group of the Department of electronic engineering at the Moscow Institute of electronics and mathematics named after A.N. Tikhonov, National Research University создана в рамках работы проектной группы департамента электронной инженерии Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова Национального исследовательского университета «Higher School of Economics».

## REFERENCES

1. Gubsky D.S., Smolyaninov A., Pochbneva I., Fateeva I., Singur K. Software implementation of a virtual laboratory bench for distance learning. *E3S Web of Conferences*, 2021. DOI: 10.1051/e3sconf/202124411009. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/350180224\\_Software\\_implementation\\_of\\_a\\_virtual\\_laboratory\\_bench\\_for\\_distance\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/350180224_Software_implementation_of_a_virtual_laboratory_bench_for_distance_learning) (accessed 11 March 2021).
2. Yurin A.I., Krasivskaya M.I., Dmitriyev A.V., Zlodeyev G.Yu. Primenenie virtualnykh laboratornykh stendov v obrazovatel'nom protsesse [The use of virtual laboratory stands in the educational process]. *Informatsionnye tekhnologii*, 2014, no. 6, pp. 70–72.
3. Zemlyakov V.V. Computer modelling of virtual measuring stands. *2018 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE)*. DOI: 10.1109/APEDE.2018.8542259. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/329491200\\_Computer\\_Modelling\\_of\\_Virtual\\_Measuring\\_Stands](https://www.researchgate.net/publication/329491200_Computer_Modelling_of_Virtual_Measuring_Stands) (accessed 11 March 2021).
4. Morozova E.V., Kulikov K.A., Lazebnikov S.S. The laboratory stand simulation for programming microprocessor devices. *2019 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus)*. pp. 125–128. DOI: 10.1109/EIConRus.2019.8657118. Available at: <https://>



- www.researchgate.net/publication/331846400\_The\_Laboratory\_Stand\_Simulation\_for\_Programming\_Microprocessor\_Devices (accessed 11 March 2021).
5. Yurin A.I., Krasivskaya M.I., Dmitriev A.V. Problemy podgotovki spetsialistov v oblasti metrologii nanoindustrii [Problems of training specialists in the field of nanoindustry metrology]. *Kachestvo. Innovatsii. Obrazovaniye*, 2015, no. 3, pp. 19–22.
  6. Arkhipov A., Prokudina N., Patutin K. Development of a visualization system for a virtual laboratory for training personnel of industrial enterprises. *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, vol. 2096. Available at: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2096/1/012035/meta> (accessed 11 March 2021).
  7. Prichetnikov A.V., Tishchenko I.A., Fedorov I.S. Investigation on the application of virtual education for engineering students in the energy industry. *2020 International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies (FarEastCon)*. DOI: 10.1109/FarEastCon50210.2020.9271451. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9271451> (accessed 11 March 2021).
  8. Troyanovskiy V.M., Sliusar V.V., Soe K.N. Selecting process modeling tools for virtual laboratory. *2019 International Russian Automation Conference*. DOI: 10.1109/RUSAUTOCON.2019.8867766. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/336557925\\_Selecting\\_Process\\_Modeling\\_Tools\\_for\\_Virtual\\_Laboratory](https://www.researchgate.net/publication/336557925_Selecting_Process_Modeling_Tools_for_Virtual_Laboratory) (accessed 11 March 2021).
  9. Komplekt uchebnogo oborudovaniya «Elektricheskie izmereniya i osnovy metrologii» [Set of educational equipment «Electrical measurements and the basics of metrology»]. *UchtekhProfi*. Available at: [https://labstand.ru/catalog/elektricheskie\\_izmereniya\\_i\\_osnovy metrologii/tipovoy\\_komplekt\\_uchebnogo\\_oborudovaniya\\_elektricheskie\\_izmereniya\\_i\\_osnovy metrologii\\_nastolnyy\\_var\\_1365](https://labstand.ru/catalog/elektricheskie_izmereniya_i_osnovy metrologii/tipovoy_komplekt_uchebnogo_oborudovaniya_elektricheskie_izmereniya_i_osnovy metrologii_nastolnyy_var_1365) (accessed 11 March 2021).
  10. Elektricheskie izmereniya i osnovy metrologii (EIOM2-SR-1) [Electrical measurements and basics of metrology (EIOM2-SR-1)]. *DENAR*. Available at: <http://www.denar-prof.ru/products/2306> (accessed 11 March 2021).
  11. Student projects for measurements and instrumentation. *National Instruments*. Available at: <https://education.ni.com/teach/resources/1014/student-projects-for-measurements-and-instrumentation> (accessed 11 March 2021).
  12. Patrascoiu N., Rus C., Negru I.N. Virtual tools used to study the electrical equipment operating modes. *22<sup>nd</sup> International Carpathian Conference (ICCC)*. 2021. DOI: 10.1109/ICCC51557.2021.9454642. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9454642> (accessed 11 March 2021).
  13. Choni Y., Dardymov A. Advantages and «pitfalls» of applying virtual laboratory works in technology education. *AIP Conference Proceedings*. 2019. DOI: 10.1063/1.5140105. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/338009386\\_Advantages\\_and\\_pitfalls\\_of\\_applying\\_virtual\\_laboratory\\_works\\_in\\_technology\\_education](https://www.researchgate.net/publication/338009386_Advantages_and_pitfalls_of_applying_virtual_laboratory_works_in_technology_education) (accessed 11 March 2021).
  14. Sutchenkov A.A., Tikhonov A.I. Electrical engineering materials virtual laboratory. *2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education*. DOI: 10.1109/INFORINO.2018.8581843. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/330273023\\_Electrical\\_Engineering\\_Materials\\_Virtual\\_Laboratory](https://www.researchgate.net/publication/330273023_Electrical_Engineering_Materials_Virtual_Laboratory) (accessed 11 March 2021).
  15. Alexeychik L.V., Zhokhova M.P., Mikheev D.V., Karpunina M.V. Electrotechnical laboratory: from physical experiment to virtual scenario. *2018 IV International Conference on Information Technologies in Engineering Education*. DOI: 10.1109/INFORINO.2018.8581853. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/330270270\\_Electrotechnical\\_Laboratory\\_From\\_Physical\\_Experiment\\_to\\_Virtual\\_Scenario](https://www.researchgate.net/publication/330270270_Electrotechnical_Laboratory_From_Physical_Experiment_to_Virtual_Scenario) (accessed 11 March 2021).
  16. Batovrin V.K., Bessonov A.S., Moshkin V.V., Papulovskiy V.F. *LABVIEW. Praktikum po osnovam izmeritelnykh tekhnologiy* [LABVIEW. Workshop on the basics of measurement technology]. Moscow, DMK Press, 2009. 232 c.
  17. Manonina I.V. Primenenie programmy LabVIEW dlya izucheniya voprosov poverki izmeritelnykh priborov [Application of the LabVIEW program to study the issues of verification of measuring instruments]. *T-Comm-Telekommunikatsii i Transport*, 2012, no. 8, pp. 50–52.
  18. Yongyu Peng, Kehong Zhang. Based on LabVIEW remote virtual electronic laboratory design and implementation. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 2014, no. 8 (1), pp. 754–761.
  19. What is LabVIEW? *National Instruments*. Available at: <https://www.ni.com/ru-ru/shop/labview.html> (accessed 11 March 2021).
  20. Sergeyenko K.A., Dubilyer Ya.A., Gasparyan A.O., Zavolovaya N.B. Biblioteka instrumentov dlya modelirovaniya izmeritelnykh priborov [Library of tools for modeling measuring devices]. *Ezhгодnaya mezhdvuzovskaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov, aspirantov i molodykh spetsialistov imeni E.V. Armenskogo* [Annual interuniversity scientific and technical conference of students, graduate students and young specialists named after E.V. Armenian]. Moscow, MIEM NIU HSE, 2021. pp. 164–165.
  21. Papert S., Harel I. *Situating constructionism*. 1991. Available at: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html> (accessed 11 March 2021).
  22. Arpaia P., De Matteis E., Inglese V. Software for measurement automation: a review of the state of the art. *Measurement*, 2015, vol. 66, pp. 10–25.

Received: 9 August 2021.

УДК 316.334.22

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_7

## ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ВКЛЮЧЕНИЯ КРУЖКОВОГО ДВИЖЕНИЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНИЦИАТИВЫ В ПРОЦЕСС ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

**Мерзлякова Дина Рафаиловна,**

кандидат психологических наук, доцент,  
заведующая кафедрой безопасности жизнедеятельности,  
dinamerzlyakova26@gmail.com

Удмуртский государственный университет,  
Россия, 426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1.

Статья посвящена рассмотрению педагогических условий включения кружкового движения национальной технологической инициативы в процесс обучения школьников. Разработка, внедрение и распространение робототехники, искусственного интеллекта и других «сквозных» технологий актуализируют проблему подготовки инженерных кадров. В условиях нового технологического уклада требуется изменить систему обучения школьников. В статье приводится сравнительный анализ «классического» варианта обучения и профессионального развития современного человека с индустриальной карьерной траекторией и управлением талантами в логике НТИ. Логика развития общества требует создания образовательной среды, в которой молодые люди вместе с экспертами работают над интересующими их проектами, пытаются запускать свои стартапы и создавать решения, меняющие мир. Кружковое движение предполагает задействование трех сфер: образование, бизнес, общество. Обозначены направления развития экосистемы кружкового движения. Первое направление связано с трансляцией технологических вызовов, барьеров, нерешенных задач из поля бизнеса/науки в поле работы детско-взрослых команд. Вторым направлением является создание среды, в которой формируется некоторое ценностное поле кружкового движения. Третьим направлением является работа с наставниками и подготовка образовательных инструментов для наставников. Четвертое направление посвящено ресурсным центрам и их инструментам: грантовые или государственные поддержки. Пятое направление – сетевое взаимодействие в едином цифровом пространстве. Проанализированы возможности переноса схемы научно-технического кружка в условия общеобразовательной организации. Представлены направления деятельности каждого представителя кружка 2.0 в общеобразовательной организации. К ним относятся: носитель практики будущего, наставник, стейкхолдер и держатель площадки. Стейкхолдер должен быть ориентирован на схему «школа–вуз (ссуз)–предприятие» как на объект долгосрочных инвестиций в кадровый потенциал предприятия. Разграничены понятия наставника и учителя-предметника. Системные образовательные изменения должны включать не только преобразования учебного процесса, но и изменения в мониторинге комплексности образовательных результатов. Предлагаются конкретные решения по совершенствованию образовательного процесса с целью подготовки будущих инженерных кадров.

**Ключевые слова:** Индустриальная карьерная траектория, управление талантами, Национальная технологическая инициатива, кружок 2.0, школьники, стейкхолдер.

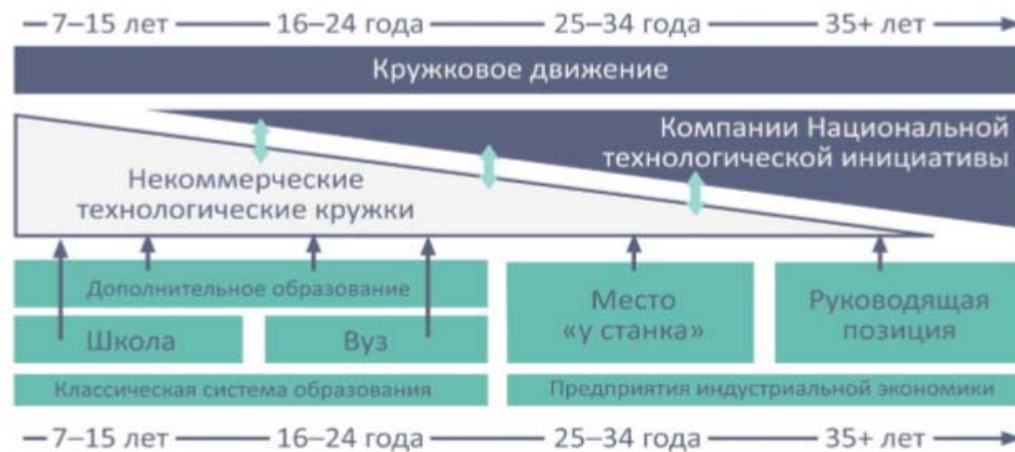
### Введение

Специфика подготовки будущих инженерных кадров, способных реализовывать свои способности в развитии рынков НТИ, связана с тем, что существующая система обучения и воспитания не приспособлена к формированию компетенций, необходимых для успешной адаптации в новых социально-экономических условиях. Планирующиеся в ближайшие 15–20 лет изменения в секторах экономики, появление новых технологий, предполагают отмирание ряда «старых» профессий и появление новых. Безусловно, эти вызовы к профессиональному и личностному развитию человека предполагают пересмотр существующей системы образования и новых

подходов к формированию карьерной траектории человека [1–5].

### Обзор литературы

По мнению французских исследователей М. Аннунциаты и Х. Буржуа [6], современные специалисты должны обладать навыками STEM, креативностью, критическим мышлением, способностями решать новые производственные задачи. Специалистам требуется наличие такой универсальной компетенции, как «системное и критическое мышление», формируемое при подготовке будущих молодых кадров и переобучения ныне работающих [7]. Кроме того, по данным исследования, проведенного И.А. Шегловой, Ю.Н. Кореш-



**Рис. 1.** Индустриальная карьерная траектория и управление талантами в логике НТИ  
**Fig. 1.** Industrial career trajectory and talent management in the logic of NTI

никовой, О.А. Паршиной среди российских работодателей, большинство считает наличие навыков критического мышления неотъемлемым условием успешного трудоустройства и выполнения работником требований современного производства [8].

Рассмотрим «классический» вариант обучения и профессионального развития современного человека (рис. 1). Начальным этапом развития современного человека является школа, именно в данном социальном институте формируются основы «жестких» и «гибких» компетенций, позволяющих сделать профессиональный и личностный выбор. Помогает данному процессу сложившаяся система дополнительного образования, позволяющая сформировать знания, умения, навыки в интересующей ребенка или подростка области. Профессиональное развитие человека в данной системе является сложившейся, четко регламентированной траекторией, предполагающей поэтапное прохождение ступеней карьерной лестницы и включающей в себя ряд профессиональных и личностных кризисов. Недостатки данной системы связаны с её негибкостью и сложностью адаптации к новым социально-экономическим и технологическим процессам. Для того чтобы приспособить существующую образовательную и профессиональную систему, необходимо создать и использовать компенсаторный механизм, позволяющий создать условия для подготовки будущих технологических лидеров в течение ближайших 15–20 лет. Помимо образовательной среды, которая возникает внутри институтов, школ, университетов, корпораций, необходима среда совершенно другого рода, в которой молодые люди вместе с экспертами

работают над интересующими их проектами, пытаются запускать свои стартапы и создавать решения, меняющие мир. Такой средой является кружковое движение НТИ, включающее в себя некоммерческие технологические кружки и компании НТИ [8–10].

По мнению разработчиков кружкового движения, в данном процессе задействованы три сферы: образование, бизнес, общество.

**Образование.** Все участники кружка, так или иначе, развиваются, с помощью и через кружок учатся что-то делать.

**Бизнес.** Кружковое движение предполагает изменение мира, создание новых практик, технологий. Следовательно, это должны быть люди, заинтересованные в реализации этих технологий.

**Общество.** Кружковое движение предполагает развитие неформальных объединений, сообществ, горизонтальных связей и сетей – все те объединения, которые помогают этому «организму» жить, развиваться и устойчиво себя чувствовать в современном меняющемся мире [11, 12].



**Рис. 2.** Сферы влияния кружкового движения  
**Fig. 2.** Spheres of influence of the circle movement

Рассмотрим подробнее проекты кружкового движения. Кружковое движение возникло как большая система, в которой мы видим пять направлений.

Как видно на рис. 3, первое направление связано с трансляцией технологических вызовов, барьеров, нерешенных задач из поля бизнеса/науки в поле работы детско-взрослых команд. Вторым направлением является направление мероприятий. Суть этого направления заключается в создании среды, в которой формируются некоторое ценностное поле кружкового движения. В этом поле, собственно, объединяются команды, и существующие команды находят для себя цели, над которыми в дальнейшем будут работать. Третьим направлением является работа с наставниками, с подготовкой образовательных и других инструментов, позволяющих наставникам объединиться в профессиональное сообщество и двигать свои технологии вперед. Четвертое направление посвящено ресурсным центрам. Здесь существуют различные инструменты – грантовые поддержки или поддержки с помощью государства. Пятое направление – сети – посвящено объединению всего сообщества в единое цифровое пространство. Все эти пять направлений сосуществуют и действуют вместе, и для любого наставника это тот ассортимент, из которого он формирует свои возможности внутри кружкового движения [13–16].

Соответственно, наставник, формируя траекторию своего кружкового движения, должен четко понимать, куда и как может дви-

гаться его кружок, какие возможности он может получить. Сложный и интересный момент связан с осознанием наставника, что он дал все, что он мог, этой команде и должен отпустить ее к другому наставнику. Также система взаимодействия разных кружков и их наставников создает общее целое поле кружкового движения.

Рассмотрим возможности, предоставляемые авторами-разработчиками кружкового движения НТИ в формировании личности и профессиональных компетенций выпускника НТИ.

Практика будущего – объединение ведущих носителей прорывных технологий со школьниками или студентами для формирования замысла и воплощения в реальность нового уклада жизни людей, основанного на прорывных технологических решениях [17].

Применение практики будущего возможно:

- для изменения взаимоотношений в различных сферах жизни;
- открытия новых рынков;
- формирования общественного богатства [17].

Особенность практик будущего заключается в том, что они определяют два разных акцента: направленность на изменение окружающего мира: развитие новых форм организации общества, новых технологий и формирование развивающей среды для её участников.

Схематично представить развитие практик будущего можно следующим образом (рис. 4) [17].



Рис. 3. Экосистема кружкового движения

Fig. 3. Ecosystem of circle movement



## Проекты → программы → практики → экосистема

Рис. 4. Развитие практик будущего  
Fig. 4. Development of future practices

Нахождение в детско-взрослой общности, в объединении энтузиастов, вместе с носителями каких-то передовых технологий и идей, пытающихся поменять мир, способствует развитию самих участников практик будущего. Это означает, что в пространстве этого кружка могут возникать новые формы мышления, форматы коммуникаций и т. д. [18].

На данный момент можно выделить ряд направлений развития технологий, при которых могут быть использованы практики будущего.

**Дистанционное зондирование земли.** При использовании множества спутников, которые обеспечивают непрерывную съемку Земли и самых разных точек нашей планеты с очень хорошим качеством и оперативностью, создается большое количество данных, которые необходимо обрабатывать. Практики будущего можно использовать для мониторинга и анализа этих данных. Это позволит решать реальные проблемы (как локальные, так и глобальные). Практика будущего здесь будет лежать именно в инструментах кооперации, инструментах, которые позволяют эффективно обрабатывать эти данные и т. д. [18].

**Интеллектуальная энергетика.** Интеллектуальная энергетика позволяет с помощью современных цифровых систем управления, альтернативных источников энергии, систем накопления создать полностью замкнутую энергетическую систему, которая будет слабо зависеть от магистральных энергетических линий и позволит отдельным домохозяйствам

и сообществам объединиться и вместе управлять своей энергией. Здесь практика будущего лежит в том, как будет организована кооперация этого сообщества, на каких основаниях они применяют технологические решения и будут, по сути, решать общие вопросы экономики, развития и т. д. [18].

**Распознавание лиц.** В некоторых странах граждане непрерывно находятся под наблюдением видеокамер. Вопрос личной приватности как этический и ценностный аспект также может быть рассмотрен в рамках практик будущего.

**«Алмазный букварь».** Создание и использование самообучающихся устройств и игрушек, входящих в одну большую сеть, позволит объединить ведущих носителей прорывных технологий со школьниками или студентами для разработки и воплощения в реальность нового уклада жизни людей, основанного на прорывных технологических решениях [18].

Для профессиональной деятельности и человека в ней важно понимание нахождения в процессе самостоятельной постановки и решения общественно-значимых задач, которые приносят славу, успех или реализуют талант человека в мире. В образовательном пространстве люди приучаются решать образовательные задачи.

Эти характеристики настолько разные, что в большинстве профессиональных сообществ утверждают, что людей, которые окончили сильные школы и вузы, нужно переучивать, менять их мировоззрение, взгляды.



Рис. 5. Роль наставника в системе педагогического дизайна  
Fig. 5. Role of the mentor in the instructional design system



Поэтому в процессе обучения школьников технологиям НТИ очень важно взаимодействие с «держателем профессионального образца». Это человек из мира реальной деятельности, который способен выделить в этой деятельности то, что станет содержанием данного интенсива.

Также важна позиция «педагогического дизайнера» – т.е. человек, который способен смоделировать условия реализации профессиональной деятельности в учебном процессе.

Кроме того, очень важна позиция «наставника» [19, 20].

### Результаты исследования

Рассмотрим модель работы с обучающимися в формате научно-технического кружка 2.0 в экосистеме практик будущего. Признавая кружковое движение как исторически сложившуюся и мобильную форму обучения, отметим эффективность научно-технических кружков в системе дополнительного образования. Методика «практик будущего» – это объединение ведущих носителей технологий НТИ с обучающимися в рамках научно-технического кружка. Совместная деятельность позволяет им конструировать новые прорывные технологии, которые способны изменять реальность. Для полноценной работы схема научно-технического кружка 2.0 содержит следующие позиции участников: носитель практики будущего, наставник, держатель образовательной площадки, стейкхолдер и агент развития (рис. 6).

Каждой позиции соответствуют функции, обеспечивающие результативную работу научно-технического кружка. Носитель практики будущего – человек (группа людей), занима-

ющийся собственной практикой будущего. Он должен обладать потенциалом для включения в свою практику будущего обучающихся, отвечать за работу с проблемой и с передовым содержанием. Наставник организует среду инноваций для развития участников кружка, регулярно работает с ними, учит анализировать результаты деятельности. Держатель площадки (среды) – это организация, которая обеспечивает пространство и возможность регулярной работы кружка. Стейкхолдер – это лица и (или) организации, заинтересованные в результатах деятельности кружка и готовые вкладывать в его деятельность средства. Агент развития – это координатор действия всех названных позиций, связывающий все позиции в единую систему.

Проанализируем возможности переноса схемы научно-технического кружка в условия общеобразовательной организации. Признаем, технический перенос схемы невозможен, он требует следующих изменений в деятельности общеобразовательной организации:

1. Реализацию профильного обучения инженерно-технологической направленности следует начинать с определения стейкхолдеров. Они должны быть заинтересованы в конкретных образовательных результатах. Несомненно, к стейкхолдерам следует отнести родителей обучающихся. Но для профильного обучения необходим стейкхолдер, ориентированный на схему «школа–вуз (ссуз)–предприятие» как на объект долгосрочных инвестиций в кадровый потенциал предприятия. Исходя из специфики стейкхолдера, следует конкретизировать профиль инженерно-технологической направленности, проводить профессиональ-

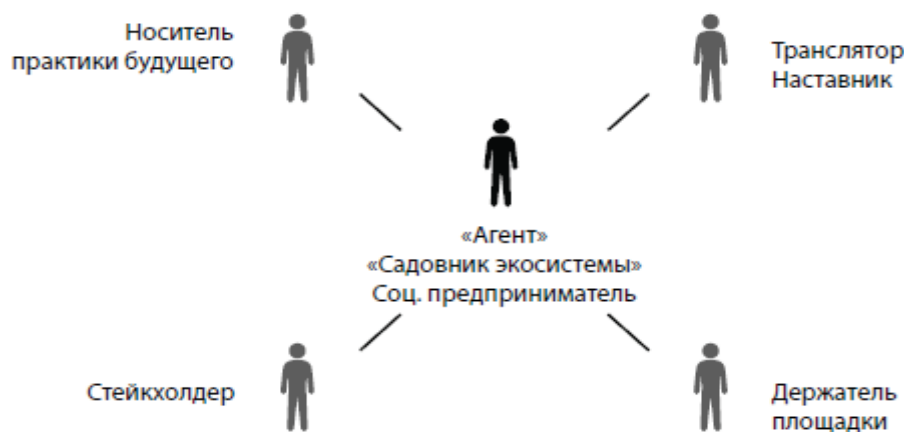


Рис. 6. Модель кружка 2.0  
Fig. 6. Mug model 2.0

- ную диагностику и профессиональную ориентацию потенциальных участников профильного обучения.
2. Носитель практики будущего будет являться представителем стейкхолдера. Он носитель специфики технологий НТИ. Несомненно, это должен быть высококвалифицированный и высокооплачиваемый стейкхолдером специалист, работающий в режиме жесткого личного графика. Трудности включения его в работу общеобразовательной организации будут определяться не столько материальной, сколько коммуникативными и методическими компонентами образовательной деятельности. Задача общеобразовательной организации – обеспечить график и условия для педагогической работы такому специалисту.
  3. Понятие наставника при профильном обучении не является синонимом понятия учителя-предметника. В традиционной школе наставники взаимодействуют с учителями-предметниками. Работа с носителем практики будущего, технологиями НТИ, стейкхолдерами потребует от потенциальных наставников методической подготовки, основанной на реальном деятельностном подходе и мыследеятельностной педагогике. Введение позиции «наставники» потребует их подготовки к организации инноваций, к развитию обучающихся через инновационную деятельность. Также необходимо разграничение полномочий, изменение штатного расписания, определение границ вариации с учебной нагрузкой для различных категорий педагогических работников.
  4. Держателем площадки одновременно является стейкхолдер и общеобразовательная организация, что потребует согласования процедур по использованию ресурсов, принадлежащих различным формам собственности.
  5. Агент развития не обязательно должен быть административным работником, что потребует вносить изменения не только в штатное расписание, но и в традиционную школьную иерархию. Подготовка агентов изменений – это целенаправленный процесс, требующий подготовки к системному новаторству.
  6. Долгосрочность инвестиций стейкхолдера потребует мониторинга комплексности образовательных результатов. Они долж-

ны будут включать не только традиционную систему оценивания знаний, умений и навыков. Периодическому измерению должны подвергаться состояние здоровья обучающегося (в том числе, психологического здоровья) и его социально-ценностные ориентиры.

7. Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение программ общего образования, потребует квалиметрического обоснования соотношения инвариантного и вариативного компонента содержания образовательных программ.

### Дискуссия

Для того чтобы приблизиться к практике будущего, нужно сделать три принципиально важных перехода:

1. Переход от мероприятий к программам.
2. Переход от временной территории к полигонам.
3. Формирование экосистемы практик будущего.

Приближение к практике будущего позволит преодолеть существующий барьер между профессиональным и образовательным миром. В профессиональном мире есть определенный набор требований к компетенциям, способностям, навыкам и самоопределению ценностей людей, которые нуждаются в подготовке к такой форме жизни. Традиционные форматы образования с трудом удовлетворяют их, потому что они очень далеки от этого профессионального мира. Прежде всего, разрыв видится в том, что если в профессиональном мире люди заняты производящей деятельностью, направленной на создание новых культурных образцов, новых продуктов, решений, то образовательный процесс приучает людей к процессу освоения, обучения, принятия этого культурного образца и владения им, а не к продуктивной производственной деятельности. Профессиональная деятельность изменяет мир, а в образовательном пространстве мы, прежде всего, меняем самих себя, а это уже совершенно другая организация сознания, другой взгляд на вещи.

Приведенный перечень изменений далеко не полон, но он достаточен для переноса и адаптации схемы научно-технического кружка 2.0. в организацию профильного обучения, ориентированного на НТИ. Признаем, эти действия необходимы. Потребность в высококвалифицированных специалистах для вы-

сокотехнологичных производств будет только возрастать. Степень удовлетворения потребности в высококвалифицированных специалистах определит не только благосостояние граждан, но и будущий статус нашего государства в мире.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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>
2. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. – М.: Изд-во РАН, 2017. – 64 с.
3. Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, П.Н. Осипов, Ф.Т. Шагева, А.А. Кайбияйнен // Высшее образование в России. – 2019. – Т. 28. – № 12. – С. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>
4. Монахов И.А. Образовательные практики технической направленности для подготовки будущих инженеров в США // Инженерное образование. – 2017. – № 22. – С. 102–108.
5. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Изд-во Эксмо, 2016. – 138 с.
6. 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>
7. Мерзлякова Д.Р., Римшина А.А. Выявление методов обучения с использованием подхода «системного мышления» при подготовке студентов инженерных направлений // Вопросы педагогики. – 2021. – № 1–2. – С. 181–185.
8. Димитриади Н.А., Тяглов С.Г., Мелкумян А.С. Стратегические аспекты развития системы непрерывного образования // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). – 2020. – № 2 (70). – С. 107–116.
9. Непрерывное образование при подготовке специалистов в современных условиях / И.Н. Романова, П.Э. Шендерей, А.Ю. Туркина, С.Г. Прасолов // Вестник Башкирского университета. – 2019. – № 3. – Т. 24. – С. 754–758.
10. Непрерывное образование – стимул человеческого развития и фактор социально-экономических неравенств / под общ. ред. Ю.В. Латова. – М.: ЦСПиМ, 2014. – 433 с.
11. Урок НТИ. URL: <https://nti-contest.ru/ntilessonteacher/> (дата обращения: 10.02.2021).
12. Rukami – международный фестиваль идей и технологий. URL: <https://rukamifest.com/> (дата обращения: 10.02.2021).
13. Данейкин Ю.В., Калининская 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>
14. 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>
15. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) для формирования навыков инженеров будущего // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 6–26.
16. 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>
17. 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>
18. 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>
19. Воробьева И.М. Усиление роли инженерного образования и практической составляющей образовательных программ в техническом вузе // Молодой ученый. – 2015. – № 11. – С. 1304–1307.
20. Мирошниченко А.А., Мерзлякова Д.Р. Национальная технологическая инициатива: о рисках качества образования // Вестник Удмуртского университета. Сер. Философия. Психология. Педагогика. – 2019. – Т. 29. – Вып. 3. – С. 336–344.

Дата поступления: 21.09.2021 г.

UDC 316.334.22

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_7

## PEDAGOGICAL CONDITIONS FOR INCLUDING THE CLUB MOVEMENT OF THE NATIONAL TECHNOLOGICAL INITIATIVE INTO EDUCATION OF SCHOOLCHILDREN

**Dina R. Merzlyakova,**

Cand. Sc., head of the Life Safety Department,  
dinamerzlyakova26@gmail.com

Udmurt State University,  
1, Universitetskaya street, Izhevsk, 426034, Russia.

The article is devoted to the consideration of the pedagogical conditions for the inclusion of the circle movement of the national technological initiative in teaching schoolchildren. The development, implementation and dissemination of robotics, artificial intelligence and other end-to-end technologies actualize the problem of training engineering personnel. In the conditions of the new technological order, it is required to change the system of teaching schoolchildren. The article provides a comparative analysis of the «classic» variant of training and professional development of a modern person with the industrial career trajectory and talent management in the logic of NTI. The logic of the society development requires the creation of educational environment in which young people, together with experts, work on projects that are interesting to them, try to launch their own startups and create solutions that change the world. The circle movement assumes the involvement of three areas: education, business, society. The directions of development of the ecosystem of the circle movement are indicated. The first direction is related to the translation of technological challenges, barriers, unsolved problems from the field of business/science into the field of work of children-adult teams. The second direction is the creation of environment in which a certain value field of the circle movement is formed. The third area is working with mentors and preparing educational tools for mentors. The fourth direction is devoted to resource centers and their tools: grant or state support. The fifth direction is network interaction in a single digital space. The possibilities of transferring the scheme of a scientific and technical circle to the conditions of a general educational organization are analyzed. The directions of activity of each representative of the circle 2.0 in the general educational organization are presented. These include: a bearer of the practice of the future, a mentor, a stakeholder and a platform holder. The stakeholder should be focused on the scheme «school–university (college)–enterprise» as an object of long-term investment in the personnel potential of the enterprise. The concepts of a mentor and a subject teacher are delimited. Systemic educational changes should include not only the transformation of the educational process, but also changes in monitoring the complexity of educational results. Concrete solutions are proposed to improve the educational process in order to train future engineering personnel.

**Key words:** Industrial career trajectory, talent management, National Technology Initiative, circle 2.0, schoolchildren, stakeholder.

### REFERENCES

1. Galikhanov M.F., Barabanova S.V., Kaybiyaynen A.A. Core trends in engineering education: five years of the «Synergy» International Conference. *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2021, vol. 30, no. 1, pp. 101–114. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-1-101-114>.
2. Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. *Tsifrovaya ekonomika: mify, realnost, perspektiva* [Digital economy: myths, reality, perspective]. Moscow, RAS Publ., 2017. 64 p.
3. Kondratyev V.V., Galikhanov M.F., Osipov P.N., Shageva F.T., Kaybiyaynen A.A. Engineering education: transformation for industry 4.0 (SYNERGY 2019 Conference Results Review). *Vysshee obrazovanie v Rossii*, 2019, vol. 28, no. 12, pp. 105–122. In Rus. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>.
4. Monakhov I.A. Obrazovatelnye 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.
5. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The fourth industrial revolution]. Moscow, Eksmo Publ., 2016. 138 p.
6. 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>
7. Merzlyakova D.R., Rimshina A.A. Vyyavlenie metodov obucheniya s ispolzovaniem podhoda «sistemnogo myshleniya» pri podgotovke studentov inzhenernykh napravleniy [Identification of teaching



- methods using the approach of «systemic thinking» in the preparation of students of engineering areas]. *Voprosy pedagogiki*, 2021, no. 1–2, pp. 181–185.
8. Dimitriadi N.A., Tyaglov S.G., Melkumyan A.S. Strategicheskie aspekty razvitiya sistemy nepreryvnogo obrazovaniya [Strategic aspects of the development of the system of continuing education]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta (RINKH)*, 2020, no. 2 (70), pp. 107–116.
  9. Romanova I.N., Shenderoy P.E., Turkina A.Yu., Prasolov S.G. Nepreryvnoe obrazovanie pri podgotovke spetsialistov v sovremennykh usloviyakh [Continuous education in training specialists in modern conditions]. *Vestnik Bashkirskogo universiteta*, 2019, no. 3, vol. 24, pp. 754–758.
  10. *Nepreryvnoe obrazovanie – stimul chelovecheskogo razvitiya i faktor sotsialno-ekonomicheskikh neravenstv* [Continuing education – an incentive for human development and a factor of socio-economic inequalities]. Ed. by Yu.V. Latov. Moscow, TSSPiM Publ., 2014. 433 p.
  11. *Urok Natsionalnoy tekhnologicheskoy initsiativy* [Lesson from the National Technology Initiative]. Available at: <https://nti-contest.ru/ntilessonteacher/> (accessed 10 February 2021).
  12. *Rukami – mezhdunarodny festival idey i tekhnologii* [Rukami – International festival of ideas and technologies]. Available at: <https://rukamifest.com/> (accessed 10 February 2021).
  13. Daneykin Yu.V., Kalinskaya O.E., Fedotova N.G. Proektny podkhod k vnedreniyu individualnoy obrazovatelnoy trayektorii v sovremennom vuze [Project approach to the implementation of an individual educational trajectory in a modern university]. *Vysshee obrazovanie 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>
  14. Ermakova Zh.A. Podgotovka kadrov dlya tsifrovoy ekonomiki v Orenburgskom gosudarstvennom universitete [Training the personnel for the digital economy at the Orenburg State University]. *Vysshee obrazovanie v Rossi*, 2019, vol. 28, no. 7, pp. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-129-138>
  15. 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 Rus.
  16. Merenkov A.V., Sandler D.G., Shavrin V.S. Osobennosti izmeneniy orientatsiy vypusnikov bakalavriata na trudoustroystvo [Features of changes in the orientation of graduates of bachelor's degree to employment]. *Obrazovanie i nauka*, 2019, vol. 21, no. 10, pp. 116–142. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-10-116-142>
  17. Olkhovaya T.A., Poyarkova E.V. Novye praktiki inzhenernogo obrazovaniya v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [New practices of engineering education in the context of distance learning]. *Vysshee obrazovanie 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>
  18. Shcheglova I.A., Koreshnikova Yu.N., Parshina O.A. Rol studencheskoy вовлеченности v razvitiy 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/10.17323/1814-9545-2019-1264-289>
  19. Vorobeva I.M. Usilenie roli inzhenernogo obrazovaniya i prakticheskoy sostavlyayushhey obrazovatelnykh programm v tekhnicheskoy vuze [Strengthening the role of engineering education and the practical component of educational programs in a technical university]. *Young scientist*, 2015, no. 11, pp. 1304–1307.
  20. Miroshnichenko A.A., Merzlyakova D.R. Natsionalnaya tekhnologicheskaya initsiativa: o riskakh kachestva obrazovaniya [National technological initiative: about the risks of education quality]. *Bulletin of the Udmurt University. Ser. Philosophy. Psychology. Pedagogy*, 2019, no. 29, pp. 336–344.

Received: 21 September 2021.

УДК 378.4

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_8

## О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ УНИВЕРСИТЕТОМ (НА ПРИМЕРЕ ВКТУ ИМ. Д. СЕРИКБАЕВА)

**Шаймарданов Жасулан Кудайбергенович,**

доктор биологических наук, профессор, председатель правления–ректор,  
ZhShaymardanov@ektu.kz

**Рахметуллина Сауле Жадыгеровна,**

кандидат технических наук, ассоциированный профессор,  
SRakhmetullina@ektu.kz

**Сулова Дарья Сергеевна,**

кандидат филологических наук, старший преподаватель,  
dasha\_surova@mail.ru

Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева,  
Республика Казахстан, 070004, г. Усть-Каменогорск, ул. Протозанова А.К., 69.

Современное образование характеризуется значительным усложнением организационных стратегий, увеличением внутриуниверситетских структур, расширением направлений предоставления образовательных услуг, выходом за пределы регионального и национального рынков. Усиление конкуренции, повышение запросов общества и экономическое давление на университеты порождает проблемы, связанные с выстраиванием новых моделей управления образовательной, инновационной, институциональной траектории. Цель работы – презентация опыта Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева по созданию адаптивных систем управления, позволяющих быстро и результативно отвечать на вызовы современности. В рамках исследования проанализированы проблемы и вызовы глобального мира, которые влияют на успешность университета: воздействие рыночной экономики на все процессы в университете, зависимость от производственной сферы, неопределенность и изменчивость среды, необходимость конкурентной борьбы на внешнем рынке и др. В качестве ответов на эти вызовы в статье рассмотрены некоторые пути формирования и внедрения адаптивных систем управления университетами, отвечающих современным реалиям. Переход к адаптивным структурам и решениям в деятельности университетов обеспечивает усиление их конкурентоспособности, позволяет привносить инновационные составляющие во все процессы жизнедеятельности. На примере деятельности Восточно-Казахстанского технического университета показано, как поддерживается связь университета и внешней среды, как реализуется проектный менеджмент и практико-ориентированное обучение. Внимание уделяется интернационализации образования путем реализации совместных и двудипломных образовательных программ. Также дается информация о том, как результаты внешней оценки деятельности университета, выраженные в рейтингах, и внутренняя оценка эффективности системы корпоративного управления через анкетирование сотрудников позволяют менеджменту университета воплощать принципы корпоративного управления организацией. Авторы обосновывают целесообразность трансформации систем управления для эффективного реагирования на глобальные вызовы.

**Ключевые слова:** Система управления университетом, проектный менеджмент, управление изменениями, гибкость академической деятельности, анализ систем управления, адаптивная структура управления.

### Введение

Высшее образование представляет собой сосредоточение человеческого капитала (людей высокой квалификации), инноваций и возможностей творческой реализации, развитой инфраструктуры; оно «стимулирует производительность труда, занятость и рост экономики» [1, 2].

Задача успешных университетов сегодня – ответ на вызовы действительности: интенсификация требований общества к качеству образования, изменение позиции государства по

отношению к университетам, управленческие и экономические условия деятельности вузов, конкурентная борьба на рынке образовательных услуг [3]. В условиях форсированных преобразований в сфере высшего образования, связанных также и с расширением сферы образовательных услуг (глобализацией) [4], и с внедрением цифровых технологий во все сферы (цифровизацией) [5], формируются новые требования к системе управления вузом.

Авторы предполагают, что такие новые требования определяются, прежде всего,

адаптивными возможностями системы управления, то есть возможностями добиваться поставленных стратегических задач в соответствии с внутренними возможностями системы и меняющимися внешними условиями.

В качестве объекта исследования выступает система управления Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева» (ВКТУ). Целью работы является позиционирование некоторых путей совершенствования системы управления вузом, обеспечивающих повышение его адаптивности и готовности к вызовам внешней и внутренней среды.

Актуальность работы заключается в описании подходов, применение которых может способствовать совершенствованию системы управления университетом.

### **Анализ проблемного поля исследования**

В условиях глобализации экономики и образования университеты как генераторы идей, инноваций и технологий сталкиваются с серьезными вызовами. Сформулируем некоторые из этих вызовов и попробуем очертить пути ответа на них.

Во-первых, в условиях рыночной экономики университеты должны переходить на саморегулирование, работать по своим внутренним законам без масштабного вмешательства государства, индивидуализироваться через рынок, управляться как объекты бизнеса и рынка инноваций [6]. В таком случае университеты могут активно привлекать инвестиции из любых источников финансирования, как государственных, так и негосударственных, распределяя эти средства по собственному усмотрению: стипендии для обучающихся по государственному заказу, академическая мобильность, приглашение зарубежных ученых и топ-менеджеров, расширение инфраструктуры университета для создания лабораторий, отвечающих новым реалиям инновационной деятельности и производства [7]. Реализация бизнес-процессов в университете способствует генерации инноваций, развитию экономики региона и страны.

Во-вторых, в связи с быстро меняющимися факторами внешней среды университетам приходится реагировать на изменения, которые происходят в экономике, культуре, политике. Для этого вырабатываются гибкие структуры и системы, позволяющие приспосабливаться к новым реалиям. Одной из таких

структур является проектная структура, суть которой заключается в решении конкретной задачи конкретной командой в максимально сжатые сроки. Проектный менеджмент обеспечивает системность и комплексность в работе организации, четкую целенаправленность любых изменений [2].

Следующий вызов, на который должны отвечать университеты, это вызов со стороны рынка труда и производства. В данном случае именно практико-ориентированное образование нацелено на генерирование знаний и компетенций практической деятельности, востребованных работодателями, промышленным сектором [8]. Для того чтобы инновации развивались в том направлении, которое нужно в данный момент обществу, должны быть налажены тесные и эффективные связи академической, научной среды с бизнес-структурами, являющимися главными стейкхолдерами новых идей, производителями тех технологий, которые создаются в университете [9]. В чем выражается связь университетов и предприятий? Это, прежде всего, консультации между университетами и предприятиями, проведение общих исследований, участие представителей производства в создании и изменении образовательных программ, прохождение студентами практики на предприятиях-партнерах. Расширение связей между предприятиями и университетами в области развития инноваций способствует также и трудоустройству студентов университетов с сильными связями с индустрией.

Глобализация и интернационализация образовательного рынка требуют от университетов поддерживать серьезное репутационное имя, побуждает самосовершенствоваться, достигать определенного уровня, позволяющего конкурировать с другими университетами. Академическая и управленческая свобода позволяет университетам выйти на международный рынок образовательных услуг путем реализации совместных образовательных программ с сильнейшими университетами мира. Совместные программы, дублированное образование – это эффективные инструменты повышения конкурентоспособности университетов. Такие программы показывают сопоставимость систем управления, стратегий стандартов с зарубежными системами высшего образования. Еще одним положительным эффектом реализации совместного образования является улучшение существующих об-

разовательных программ за счет включения элементов программ других вузов.

Управление университетом как бизнес-объектом, проектный менеджмент, практикоориентированность и интернационализация образовательной деятельности – эти критерии успешности систем управления тесно связаны с тактиками и стратегиями корпоративного управления, важнейшей задачей которого является рациональное распределение полномочий при принятии решений, возможность делегирования ряда прав разным уровням управленческой организации [10]. Сочетание централизации и децентрализации в управлении возможно при грамотном использовании сильных сторон единоначального и коллегиального управления. С одной стороны, руководство университета, подразделения принимает решения и несет персональную ответственность за их реализацию. С другой стороны, при корпоративном управлении есть возможность выработки коллективного решения, которое принимается с учетом мнений руководителей и исполнителей разного уровня. Такой подход обеспечивает конструктивность решений и успешность их выполнения [11].

Таким образом, нами сформулированы проблемы, стоящие перед современными университетами, и предложены некоторые пути преодоления этих проблем, позволяющие усилить эффективность систем управления университетами.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Рассмотрим конкретную реализацию предложенных подходов на примере деятельности Восточно-Казахстанского технического университета им. Д. Серикбаева.

Университеты Казахстана сегодня – это открытые системы, тесно связанные с внешней социально-экономической средой, зависящие от меняющихся рыночных процессов, с одной стороны, и подчиняющиеся государственным установкам и инструкциям, с другой стороны. Они еще не являются бизнес-объектами в прямом смысле этого понятия. Однако уже предприняты действия к тому, чтобы дать университетам больше свободы, в том числе и предпринимательской.

На данный момент государственные вузы Казахстана реорганизованы в некоммерческие акционерные общества (НАО) со 100%-м участием государства. Вузам предоставлена

самостоятельность в: определении содержания образовательных программ (с учетом рекомендаций государственных общеобразовательных стандартов образования); определении квалификационных требований к преподавателям; осуществлении образовательной деятельности на основе самостоятельно разработанных норм учебной нагрузки, форм и размеров оплаты труда; разработке и утверждении правил приема, перевода и восстановления обучающихся; разработке и утверждении правил организации и проведения профессиональной практики. Кроме того, вузам было предоставлено право создания филиалов в зарубежных странах, создания эндумент-фондов, открытия стартап-компаний, а также привлечения дополнительных источников финансовых и материальных средств для осуществления уставной деятельности.

Управление в таких университетах осуществляется в соответствии с законодательством и уставом вуза на принципах единоначалия и коллегиальности. Органами управления становятся советы директоров или иные органы, взаимодействующие со всеми заинтересованными лицами и отстаивающие их позиции. Основные изменения в организационной структуре университета предусматривают создание системы внутреннего обеспечения качества, основанной на международных стандартах и руководствах и реализуемых в ходе ежегодных отчетных встреч ректоров вузов с общественностью. Основой процесса обучения является академическая честность, реализация которой должна обеспечиваться вузом. Статус НАО позволяет распределять ресурсы таким образом, чтобы они способствовали развитию университета: это может быть повышение заработной платы преподавателей, развитие инновационной составляющей университета, улучшение инфраструктуры в целом.

Структура НАО ВКТУ им. Д. Серикбаева базируется на Совете Директоров – органе, который координирует и контролирует финансовую политику университета, решает вопросы стратегического планирования и развития, выявляет риски и управляет ими, обеспечивает жизнеспособность внутренней системы университета. Помимо Совета Директоров в университете созданы комитеты по стратегическому планированию, аудиту, кадрам и вознаграждениям. Эти комитеты не являются управленческими, они прорабатывают вопросы и представляют их Сове-



ту Директоров. Следующий орган структуры университета – Ученый совет, занимающийся вопросами развития академической, научной, социальной сферы. Функционируют также такие совещательные органы, как: ректорат, учебно-методический совет университета, научно-технический совет, Координационный совет по системе менеджмента качества, Общественный совет, совет работодателей, совет кураторов, совет ветеранов, комитет по делам молодежи. Каждый из них выполняет четко определенные для него функции в области управления. Полномочия и ответственность каждого органа прописаны в соответствующих положениях и правилах об их деятельности.

В ВКТУ создается адаптивная система внутриуниверситетского взаимодействия, основой которого становятся отношения партнерства, сотрудничества между подразделениями. Структуры нацелены на реализацию Программы стратегического развития университета. Для того чтобы реализация Программы была эффективной и все действия выполнялись своевременно, в университете внедрен проектный менеджмент.

Ориентированность на конкретный результат, оптимальное распределение ресурсов, эффективное воздействие на участников процесса – эти преимущества проектного менеджмента позволяют ВКТУ успешно реализовывать 14 проектов, направленных на решение стратегических задач.

Так, для реализации проекта «Модель практико-ориентированной подготовки инженерных кадров» модернизируется материально-техническая база. Университет обеспечивает сотрудничество студентов, преподавателей, зарубежных партнеров и предприятий на базе новейших лабораторий: Центр опережающего развития Veritas (в области металлургии и материаловедения), Центры компетенций и трансфера технологий по отраслям, летний экспедиционный кампус «Простор». Создание трехуровневой исследовательской базы (учебные лаборатории базовых факультетов и школ; центры компетенций и трансфера технологий в разных областях; центры превосходства) позволяет реагировать на запросы современной науки и промышленности, выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на высоком уровне. Центр по взаимодействию с предприятиями отслеживает запросы и предложения

ведущих промышленных предприятий Восточно-Казахстанской области, организует взаимодействие этих предприятий и лабораторий университета. Это позволяет реализовывать такие проекты, как изготовление сверхпроводящего провода и создание нового сплава Ti-Nb-Ta, обладающего высокой биосовместимостью (совместно с АО «Ульбинский металлургический завод»), производство медицинских имплантатов для травматологии и ортопедии (по заказу КазНИИ), создание экспериментальной исследовательской линии по отстаиванию и фильтрации растворов и получению из них цинка электролитическим способом (совместно с ТОО «Казцинк») и др.

Также осуществляется трансформация академической деятельности. Диверсификация образовательных программ в зависимости от потребностей производства происходит благодаря тому, что заказчиками междисциплинарных компетенций и партнерами образовательных программ являются 98 крупнейших казахстанских предприятий и компаний, таких как ТОО «Казцинк», АО «Ульбинский металлургический завод», Государственное управление здравоохранения Восточно-Казахстанской области, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии Республики Казахстан и др.

Практико-ориентированная модель подготовки обучающихся, реализуемая в вузе, гарантирует высокий уровень конкурентоспособности выпускника на рынке труда [12]. Показатель трудоустройства по данным Государственного центра по выплате пенсий и пособий составляет 94 %.

Образовательные программы ВКТУ разрабатываются и реализуются совместно с ведущими иностранными вузами, что позволяет студентам обучаться на базе таких университетов, как Бранденбургский университет (Германия), Люблинский политехнический университет (Польша), Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет, Новосибирский государственный технический университет, Томский политехнический университет, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники.

Совершенствование механизмов управления академической и научной деятельностью университета невозможно без создания соответствующей корпоративной культуры, когда

цели, преследуемые руководством университета, поддерживаются всем коллективом [13].

Корпоративная культура организации – это мощный стратегический инструмент, позволяющий ориентировать все подразделения на общие цели, мобилизовать инициативу сотрудников [14]. Для того чтобы получить внутреннюю оценку эффективности системы управления, в ВКТУ проводится On-Line анкетирование преподавателей и сотрудников «Оценка степени сформированности корпоративной культуры в университете». Это анкетирование позволяет понять, как воспринимается существующая модель корпоративной культуры внутренними участниками, а также выработать рекомендации по ее дальнейшему совершенствованию.

Так, например, анкетирование дает интересную информацию относительно того, какой тип культуры влияет на успех университета. Мнения сотрудников разделились. Те, кто считает, что критерием успеха университета является культура семьи, связывают эмоциональную включенность сотрудников в общий результат, расширение диапазона коммуникативных связей, коллективизм с реализацией поставленных задач. Те, кто выбирает адхократичную культуру (преданность новаторству и экспериментированию [15]), отдает приоритет креативным способностям всех участников культурного взаимодействия. Университет вкладывает значительные средства в разработки, научные исследования, при этом обеспечивая сотрудникам уверенность в компании, в себе и в будущей реализации проектов. Доля бюджета от научно-исследовательской деятельности университета составляет 20 %.

Опросник показал также, что в целом сотрудники университета удовлетворены сложившейся корпоративной культурой. Имеющиеся точки расхождения в оценивании корпоративной культуры помогают формулировать принципы эффективного управления университетом, его миссию и задачи, закладываемые в стратегические документы. Разрабатывается Политика университета, регламентирующая ключевые направления деятельности. Политика университета состоит из структурных политик в области качества, управления академической и научно-инновационной деятельностью, интернационализации, социального и гражданского развития, цифровых технологий, инфраструктуры, про-

тиводействия коррупции. Каждая политика описывает цели, общие положения, современное состояние направления, принципы и задачи политики, механизм реализации политики. Политика в области управления регламентирует эффективное управление деятельностью НАО «ВКТУ им. Д. Серикбаева», разработку и реализацию миссии, стратегической цели, программы стратегического развития.

Таким образом, мы рассмотрели следующие пути совершенствования систем управления университетом: внедрение проектного менеджмента и корпоративного управления [16], реализация практико-ориентированного подхода к разработке новых образовательных программ для конкретных потребностей региона, развитие инноваций, усиление конкурентности за счет выхода на международную арену образовательных услуг [13]. Такие пути позволяют адаптировать все циклы жизнедеятельности университета к существующим реалиям.

Доказательством эффективности проводимого курса управления университетом могут послужить данные международных и национальных рейтингов. ВКТУ участвует в таких рейтингах, как QS University Rankings: Emerging Europe & Central Asia (EECA), ключевым индикатором которого является репутация университета среди академического сообщества и работодателей; Webometrics Ranking of World Universities, ориентированный на представление информации относительно эффективности университета в веб-пространстве; GreenMetric, продвигающий идеи экологичности образовательной инфраструктуры; а также в ряде национальных рейтингов, показывающих достижения сотрудников и студентов, карьерный рост выпускников университета.

Последние годы ВКТУ показывает стабильность в вопросах ранжирования университета в целом и его образовательных программ в частности. Рейтинг Национальной палаты предпринимателей Республики Казахстан «Атамекен» является одним из основных для представления независимых оценок образовательных программ, так как учитывает важные для потребителей критерии, такие как трудоустройство и заработная плата выпускников [17]. В данном рейтинге наш вуз показывает лучшие интегральные результаты среди остальных университетов. Так, по результатам рейтинга 2021 г. из общего количества об-



### Доля ОП, вошедших в пятерку лучших:

- ВКТУ им.Д.Серикбаева – 62%
- КарТУ им.А.Сагинова – 59%
- КазНУ им.Аль-Фараби – 45%
- КазАУ им.С.Сейфуллина – 48%
- КазННТУ им.К.И.Сатпаева – 58%

### ТОПОВЫЕ ПРОГРАММЫ ВКТУ

<b>ЛИДЕРЫ</b>	Геология и разведка МПИ
	Землеустройство
	Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды
<b>ПЕРВАЯ ТРОЙКА</b>	Металлургия
	Электроэнергетика
	Водные ресурсы и водопользование
	Техническая физика
	Машиностроение
<b>ПЯТЕРКА ЛУЧШИХ</b>	Архитектура
	Обогащение полезных ископаемых
	Горное дело
	Информационные системы
	Приборостроение
	Транспортное строительство
	Радиотехника, электроника и телекоммуникации
	Математическое и компьютерное моделирование

Рис. 1. Результаты рейтинга НПП «Атамекен»

Fig. 1. Rating results of NCE «Atameken»

разовательных программ университета, принявших участие в данном рейтинге, – 62 % наших программ входят в пятерку лучших. Для сравнения КарТУ им. А. Сагинова – 59 %, КазНУ им. Аль-Фараби – 45 %, КазАУ им. С. Сейфуллина – 48 %, КазННТУ им. К.И. Сатпаева – 58 % (рис. 1). Это является важным свидетельством высокой конкурен-

тоспособности программ, что обеспечивает высокий уровень трудоустройства выпускников, который за последние три года стабильно держится на уровне 94 %.

Стабильность характерна и в отношении престижных международных рейтингов, и в отношении стратегически важных национальных систем оценивания университетов (рис. 2).

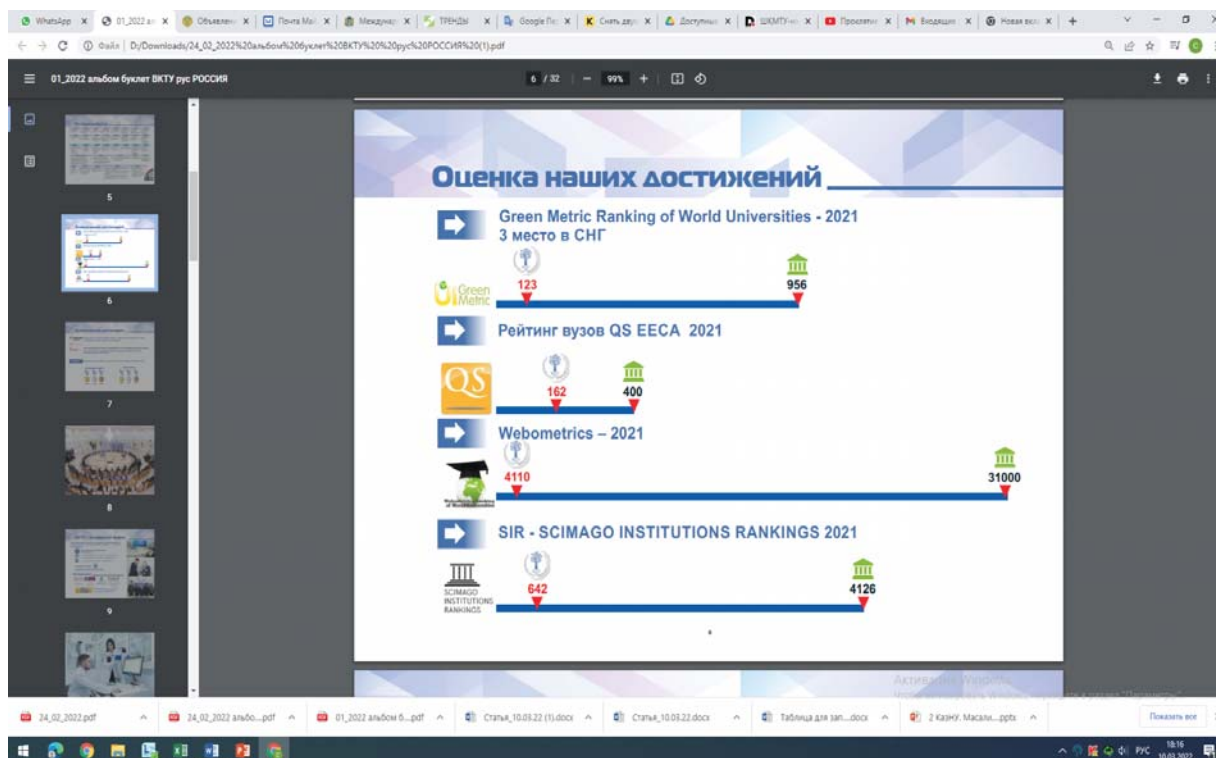


Рис. 2. Позиции ВКТУ в рейтингах

Fig. 2. Positions of VKTU in ratings

Имидж университета в национальном и международном образовательном пространстве, авторитетность преподавательского состава, эффективность инноваций, успешность учебной и научной деятельности студентов, стабильность финансового положения вуза и другие показатели, оцениваемые рейтинговыми агентствами, являются материалом для анализа сложившейся ситуации, выделения проблемных мест, что впоследствии учитывается при разработке внутренних стратегических документов.

### Заключение

Современные университеты сталкиваются с задачами повышения эффективности их деятельности, расширения образовательных услуг, ориентированных на внешних и внутренних потребителей, достижения научно-инновационного превосходства [18].

Интернационализация рынка труда, гуманизация и формирование нового мультивекторного сознания, онлайн образование также влияют на сущностные характеристики современной системы управления. Она должна быть адаптивной, способной добиваться поставленных стратегических задач в соответствии с внутренними возможностями и меняющимися внешними условиями [19]. И решение данных задач возможно путем реформирования систем управления университетом, внедрения качественно новых путей принятия стратегических решений [20].

Благодаря проектному менеджменту в Восточно-Казахстанском техническом уни-

верситете им. Д. Серикбаева выстроена система управления научной и инновационной деятельностью, сформирована современная исследовательская база, позволяющая выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы на высоком уровне, обеспечены устойчивые связи с местными исполнительными органами и промышленными предприятиями региона.

Для повышения конкурентоспособности образовательных услуг университетом успешно реализуются совместные и дудипломные образовательные программы, что существенно влияет на трудоустройство выпускников, мобильность студентов и преподавателей, тем самым способствует интеграции в международное образовательное пространство.

Реализация корпоративного управления позволяет повысить эффективность процессов планирования и управления, обеспечивает результативность командных проектов, продуктивность решений и действий руководителей разного уровня в оперативном режиме.

В настоящее время требуется дальнейшее совершенствование системы управления инновационной деятельностью в направлении коммерциализации результатов НИР, развития стартап движения, создания экосистемы предпринимательства. В целях улучшения результативности научной и образовательной деятельности необходимо добиваться координации интеллектуального потенциала менеджмента, научно-педагогических работников и студентов и требований, связанных со стратегическим развитием.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bouhajeb M., Mefteh H., Ben Ammar R. Higher education and economic growth: the importance of innovation // *Atlantic rev. of economics (ARoEc)*. – 2018. – V. 1. – № 2. URL: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6525858> (дата обращения: 13.07.2021).
2. Dill D. The regulation of public research universities: changes in academic competition and implications for university autonomy and accountability // *Higher Education Policy*. – 2001. – № 14 (1). – P. 21–35.
3. Рулиене Л.Н. Гуманизация дистанционного обучения // *Вестник Томского государственного университета*. – 2012. – № 9. – С. 116–121.
4. Shannon R. Dean. Collaborative efforts: raising students' multicultural consciousness through academic affairs and student affairs partnerships // *Georgia Journal of College Student Affairs*. – 2014. – № 30 (2). – P. 108–126. DOI: 10.20429/gcpa.2014.300209.
5. Sustainable management of digital transformation in higher education: global research trends / E. Abad-Segura, M.-D. González-Zamar, J.C. Infante-Moro, G. Ruipérez García // *Sustainability*. – 2020. – № 12 (5). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12052107>.
6. Svensson C., Hvolby H.-H. Establishing a business process reference model for Universities // *CENTERIS*. – 2012. DOI: 10.1016/J.PROTCY.2012.09.070.
7. Академическая мобильность как фактор устойчивости системы высшего образования (на примере Республики Казахстан / А.М. Маратова, Н.В. Яковенко, Г.Е. Кайрлиева, Ю.А. Афонин, К.Т. Уте-



- генова, В.В. Воронин // Юг России: экология, развитие. 2019. – № 14 (3). – С. 118–130. DOI: <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-3-118-130>
8. Dindire L., Asandei M., Gănescu C. Enhancement of cooperation and communication between universities and the business environment, requirement for a good functioning of the knowledge triangle: education, research, innovation // *Theoretical and Applied Economics*. – 2011. – V. XVIII. – № 9 (562). – P. 89–102.
  9. Sabandar S.Y., Tawe A., Musa C.I. The implementation of good university governance in the private universities in Makassar (Indonesia) // *Revista ESPACIOS*. – 2018. – V. 39. – № 02. – P. 8–20.
  10. Sahney S., Banwet D.K., Karunes S. Conceptualizing total quality management in higher education // *The TQM Magazine*. – 2004. – V. 16. – № 2. – P. 145–159. DOI: <https://doi.org/10.1108/09544780410523044>.
  11. Трофимова Н.Н. Ключевые проблемы современного корпоративного управления предприятиями реального сектора экономики // *Стратегии бизнеса*. – 2020. – Т. 8. – № 3. – С. 70–74.
  12. Иванычева Т.А. Практико-ориентированная (дуальная) модель подготовки квалифицированных рабочих кадров и специалистов среднего звена // *Международный журнал экспериментального образования*. – 2017. – № 4-1. – С. 65–66.
  13. Curtis T., Abratt R., Minor W. Corporate brand management in higher education: the case of ERAU // *Journal of Product & Brand Management*. – 2009. – V. 18. – № 6. – P. 404–413. DOI: <https://doi.org/10.1108/10610420910989721>
  14. Корпоративное управление: вузы Казахстана. Научная монография / А.К. Сагинтаева, Д.М. Хартли, П.Д. Экель, Ф.Н. Жакыпова, М.К. Орунханов, Д.С. Гюнгёр, Д.Н. Билялов, Р.С. Апергенова, Д.А. Абен. – Астана: Nazarbayev University Graduate School of Education, 2018. – 216 с.
  15. Забелина Е.В., Сизова Я.Н. Взаимосвязь типа организационной культуры с уровнем приверженности сотрудников вуза // *Психологические науки*. – 2015. – № 7 (38). – Ч. 4. – С. 117–120.
  16. Корпоративное управление вузом / В.А. Пушных, Ю.П. Похолков, А.И. Чучалин и др. / под ред. А.И. Чучалина. – Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 416 с.
  17. НПП «Атамекен». URL: <https://atameken.kz/ru/> (дата обращения: 13.07.2021).
  18. Alain-Marc R. Academic freedom, autonomy of universities: turning point in the evolution of industrial societies // *Transtext(s) Transcultures* – 2021. DOI: <https://doi.org/10.4000/transtexts.1616>.
  19. Хмара Е.В. Стратегический анализ как неотъемлемая часть разработки стратегии организации // *Вопросы науки и образования*. – 2018. – № 23 (35). – С. 55–58.
  20. Патрахина Т.Н. Стратегическое планирование в сфере образования: от теории к практике: Монография. – Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2017. – 90 с.

Дата поступления: 04.08.2021 г.

UDC 378.4

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_8

## IMPROVEMENT OF HIGHER EDUCATIONAL MANAGEMENT SYSTEMS (FROM THE EXPERIENCE OF D. SERIKBAYEV EKTU)

**Zhassulan K. Shaimardanov,**

Dr. Sc., professor, acting chairman of the board–rector,  
ZhShaymardanov@ektu.kz

**Saule Zh. Rakhmetullina,**

Cand. Sc., associate professor,  
SRakhmetullina@ektu.kz

**Darya S. Surova,**

Cand. Sc., senior lecturer,  
DSurova@ektu.kz

D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University,  
69, Protozanov Street, Ust-Kamenogorsk, 070004, The Republic of Kazakhstan.

Modern education is characterized by a significant complication of organizational strategies, increase in intra-university structures, expansion of directions for the provision of educational services, and going beyond the regional and national markets. In the conditions of competition, increasing demands of society and economic pressure, universities today are faced with the problems of implementing new models of management of the educational, innovative, institutional trajectory. The study analyzed the problems and challenges of the global world that affect the success of the university: the impact of the market economy on all processes at the university, the uncertainty and variability of the environment, dependence on the manufacturing sector, the need for competition in the foreign market, etc. As answers to these challenges the article discusses some ways of developing and implementing adaptive university management systems that meet modern realities. The transition to adaptive structures and solutions in the activities of universities will increase their competitiveness and will allow introducing innovative components into all life processes. On the example of the activities of the D. Serikbayev East Kazakhstan Technical University the authors show how the relation between the university and the external environment is maintained, how project management and practice-oriented learning are implemented. Attention is paid to the internationalization of education through the implementation of joint and double-degree educational programs. It also provides information on how the results of an external assessment of the university's activities, expressed in ratings, and an internal assessment of the effectiveness of the corporate governance system through employee surveys allow the university management to embody the principles of corporate governance of the organization. The authors substantiate the expediency of transformation of management systems for effective response to global challenges.

**Key words:** University management system, project management, change management, academic activity flexibility, management systems analysis, adaptive management structure.

### REFERENCES

1. Bouhajib M., Meftah H., Ben Ammar R. Higher education and economic growth: the importance of innovation. *Atlantic rev. of economics (ARoEc)*, 2018, vol. 1, no. 2. Available at: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6525858> (accessed 13 July 2021).
2. Dill D. The regulation of public research universities: changes in academic competition and implications for university autonomy and accountability. *Higher Education Policy*, 2001, no. 14 (1), pp. 21–35.
3. Ruliene L.N. Gumanizatsiya distantsionnogo obucheniya [Humanization of distance learning]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 9, pp. 116–121.
4. Shannon R. Dean. Collaborative efforts: raising students' multicultural consciousness through academic affairs and student affairs partnerships. *Georgia Journal of College Student Affairs*, 2014, no. 30 (2), pp. 108–126. DOI: 10.20429/gcpa.2014.300209.
5. Abad-Segura E., González-Zamar M.-D., Infante-Moro J.C., Ruipérez García G. Sustainable management of digital transformation in higher education: global research trends. *Sustainability*, 2020, no. 12 (5). DOI: <https://doi.org/10.3390/su12052107>.
6. Svensson C., Hvolby H.-H. Establishing a business process reference model for Universities. *CENTERIS*, 2012. DOI: 10.1016/J.PROTCY.2012.09.070.
7. Maratova A.M., Yakovenko N.V., Kayrlieva G.E., Afonin Yu.A., Utegenova K.T., Voronin V.V. Akademicheskaya mobilnost kak faktor ustoychivosti sistemy vysshego obrazovaniya (na primere Respubliki

- Kazakhstan) [Academic mobility as a factor in the sustainability of the higher education system (on the example of the Republic of Kazakhstan)]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*, 2019, no. 14 (3), pp. 118–130. DOI: <https://doi.org/10.18470/1992-1098-2019-3-118-130>
8. Dindire L., Asandei M., Gănescu C. Enhancement of cooperation and communication between universities and the business environment, requirement for a good functioning of the knowledge triangle: education, research, innovation. *Theoretical and Applied Economics*, 2011, vol. XVIII, no. 9 (562), pp. 89–102.
  9. Sabandar S.Y., Tawe A., Musa C.I. The implementation of good university governance in the private universities in Makassar (Indonesia). *Revista ESPACIOS*, 2018, vol. 39, no. 02, pp. 8–20.
  10. Sahney S., Banwet D.K., Karunes S. Conceptualizing total quality management in higher education. *The TQM Magazine*, 2004, vol. 16, no. 2, pp. 145–159. DOI: <https://doi.org/10.1108/09544780410523044>.
  11. Trofimova N.N. Klyuchevye problemy sovremennoogo korporativnogo upravleniya predpriyatiyami realnogo sektora ekonomiki [Key problems of modern corporate management of enterprises in the real sector of the economy]. *Strategii biznesa*, 2020, vol. 8, no. 3, pp. 70–74.
  12. Ivanycheva T.A. Praktiko-orientirovannaya (dualnaya) model podgotovki kvalifitsirovannykh rabochikh kadrov i spetsialistov srednego zvena [Practice-oriented (dual) model of training qualified workers and mid-level specialists]. *Mezhdunarodny zhurnal eksperimentalnogo obrazovaniya*, 2017, no. 4-1, pp. 65–66.
  13. Curtis T., Abratt R., Minor W. Corporate brand management in higher education: the case of ERAU. *Journal of Product & Brand Management*, 2009, vol. 18, no. 6, pp. 404–413. DOI: <https://doi.org/10.1108/10610420910989721>
  14. Sagintaeva A.K., Hartli D.M., Ekel P.D., Zhakypova F.N., Orunkhanov M.K. Gyungyor, D.S., Bilyalov D.N., Apergenova R.S., Aben D.A. *Korporativnoe upravlenie: vuzy Kazakhstana. Nauchnaya monografiya* [Corporate governance: universities of Kazakhstan. Scientific monograph]. Astana, Nazarbayev University Graduate School of Education Publ., 2018. 216 p.
  15. Zabelina E.V., Sizova Ya.N. Vzaimosvyaz tipa organizatsionnoy kultury s urovnem priverzhennosti sotrudnikov vuza [Interrelationship between the type of organizational culture and the level of commitment of university staff]. *Psihologicheskie nauki*, 2015, no. 7 (38), P. 4, pp. 117–120.
  16. Pushnykh V.A., Pokholkov Yu.P., Chuchalin A.I. *Korporativnoe upravlenie vuzom* [Corporate governance of the university]. Ed. by A.I. Chuchalin. Tomsk, TPU Publ., 2008. 416 p.
  17. *Atameken*. Available at: <https://atameken.kz/ru/> (accessed 13 July 2021).
  18. Alain-Marc R. Academic freedom, autonomy of universities: turning point in the evolution of industrial societies. *Transtext(e)s Transcultures*, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4000/transtexts.1616>.
  19. Hmara E.V. Strategicheskii analiz kak neotemlemaya chast razrabotki strategii organizatsii [Strategic analysis as an integral part of the development of an organization's strategy]. *Voprosy nauki i obrazovaniya*, 2018, no. 23 (35), pp. 55–58.
  20. Patrakhina T.N. *Strategicheskoe planirovanie v sfere obrazovaniya: ot teorii k praktike* [Strategic planning in education: from theory to practice]. Nizhnevartovsk, NSU Publ., 2017. 90 p.

Received: 4 August 2021.

УДК 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_9

## ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

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

доктор технических наук, профессор, руководитель учебно-научного центра  
«Организация и технологии высшего профессионального образования»;

президент,

puuori@mail.ru

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

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

Для обсуждения предлагается вариант концепции развития инженерного образования России на основе анализа проблемных ситуаций, рекомендаций, предложений и выводов ряда экспертных семинаров и конференций, проведённых по инициативе АИОР в 2011–2021 гг. Приводятся возможные формулировки Миссии и Стратегической цели развития российского инженерного образования на среднесрочный период. Предложены принципы, следование которым, по мнению автора, может привести к успешной реализации Миссии и достижению стратегической цели. Рассматриваются методы, подходы и инструменты, использование которых обеспечит повышение качества инженерного образования.

**Ключевые слова:** Инженерное образование, концепция, принципы, проблемная ситуация, качество образования, стратегическая цель, инженерные вузы, инженерно-образовательное сообщество, стратегическое и тактическое партнёрство, диверсификация образования.

### Введение

Экономическое развитие современного мира невозможно представить без опоры на три взаимозависимых составляющих: ресурсы, труд и человеческий капитал, качество которого в большей степени определяется уровнем развития культуры и системы образования [1].

Научно-технологическое развитие, глобальная конкурентоспособность любой страны зависят от уровня развития инженерного дела, которое в значительной степени определяется состоянием инженерного образования [2–4].

Желание обеспечить устойчивое экономическое развитие и экономическую безопасность своей страны, её достойное место в международной системе разделения труда, приводит нас, прежде всего, к необходимости системного анализа состояния инженерного образования и выработки рекомендаций по его модернизации и совершенствованию.

В последние 20–25 лет дискуссии по проблемам инженерного образования ведутся и в отечественном, и в международном научно-образовательном сообществе практически непрерывно [5–8]. Лавинообразный характер

нарастания объёма научно-технической информации и, по существу, революционные изменения в области техники и технологии в мире усложнили процесс подготовки инженеров в условиях высших учебных заведений [9–11].

В статье предпринята попытка на основе анализа основных внешних и внутренних вызовов системе инженерного образования России сформировать концепцию его развития и модернизации, обозначить пути разрешения проблемных ситуаций и сделать их предметом дискуссий в российском инженерно-образовательном и инженерном сообществах.

В нашем представлении такая концепция включает в себя:

- анализ проблемной ситуации в российском инженерном образовании;
- формулировку возможной Миссии и Стратегической цели развития и модернизации инженерного образования России на предстоящий исторический отрезок времени;
- основные принципы реализации Миссии и Стратегической цели;
- возможные подходы, методы и инструменты модернизации инженерного образования России, позволяющие реализовать эти



принципы, обеспечить разрешение проблемных ситуации и обеспечить достижение стратегических целей.

Основой для излагаемых здесь положений и предложений являются результаты экспертных оценок и исследований, проведённых Ассоциацией инженерного образования России (АИОР) в последнее десятилетие (2011–2021 гг.) с использованием метода экспертного семинара, разработанного сотрудниками Национального исследовательского Томского политехнического университета [12, 13].

В этот период сотни членов АИОР – сотрудников инженерных вузов страны, включая ректоров, проректоров, заведующих кафедрами, преподавателей, научных сотрудников, а также представителей производства, инжиниринговых структур, науки – приняли участие в сотнях экспертных семинаров, десятках научно-методических и научно-практических российских и международных конференций, немногочисленных, но чрезвычайно важных, Парламентских (Государственной Думы РФ и Совета Федерации ФС РФ) и Общественных слушаниях по проблемам инженерного образования. По результатам проведённых мероприятий были сделаны важные и полезные выводы, заключения и рекомендации, опубликованы сотни статей, в том числе в журнале «Инженерное образование» [14–16].

В целом большая часть (более 80 %) представителей инженерно-образовательного сообщества, участвовавших в экспертных семинарах, отвечая на вопрос о том, «в каком состоянии находится сегодня инженерное образование в России», выбрали оценки «стагнация», «критическое состояние», «системный кризис» [15]. Именно этот результат является основной причиной активности инженерно-образовательного сообщества в поисках путей, методов и средств модернизации отечественного инженерного образования и обеспечения ему достойной роли в трансформации экономики России – из преимущественно сырьевой экономики в преимущественно экономику знаний и инноваций.

**Проблемная ситуация в российском инженерном образовании кратко может быть представлена следующими признаками:**

1. Инженерное образование в России перестало играть решающую и всестороннюю роль в развитии инженерного дела.

Это касается и поддержки российского промышленного производства на уровне,

обеспечивающем ему победу в конкуренции на мировых рынках и достойное место в международной системе разделения труда.

В последние десятилетия результаты инженерного труда – передовая техника, высокотехнологичные продукты, передовые технологии, используемые в России, а нередко и сами производства, являются зарубежными (самолёты, автомобили, компьютеры, телефоны, приборы, научное оборудование, медицинская техника, широкий спектр бытовых приборов) [17]. Программы и проекты, задачами которых являются импортозамещение и получение приоритетных результатов и позиций, пока ещё не получили должного системного развития и поддержки.

2. Мировые и отечественные тренды подготовки современных инженеров формируются в современном мире так же быстро, как меняются и исчезают. Лавинообразный характер изменения объёма информации о новых знаниях, технологиях, методах обучения, использовании потенциала выпускников инженерных программ создаёт благоприятные условия для суеты и бестолковщины в организации инженерного образования, сеет сомнения и неуверенность в умах профессорско-преподавательского состава вузов.

3. Качество инженерного образования не отвечает требованиям передовых современных производств, стремящихся к выпуску глобально конкурентной продукции.

В последние три десятилетия эта ситуация остаётся неизменной, если не ухудшается. Эта тенденция стала особенно заметной при переходе на многоуровневую систему подготовки инженерных кадров (бакалавр, специалист, магистр) и последующих поспешных изменениях Федеральных Государственных Образовательных Стандартов (ФГОС 3, ФГОС 3+, ФГОС 3++, ФГОС 3+++). Убедительным свидетельством существования противоречия между требованиями работодателей и качеством инженерного образования является организация корпоративных университетов при крупных успешно развивающихся вертикально интегрированных производственных и научно-производственных структурах.

Одной из причин возникновения проблемной ситуации в этой сфере является отсутствие в системе вышей инженерной школы непротиворечивых, объективных методов оценки результатов обучения. В вузе чаще всего акцент делается на оценке знаний, спо-

способности студента осваивать учебный материал, в то время как работодателя больше интересуют компетенции выпускника, уровень его подготовки к успешной профессиональной, практической инженерной деятельности.

**4.** Инженерное образование слабо связано с реальным сектором экономики. Исчезли: система плановой подготовки специалистов, государственного распределения выпускников, устойчивые базы производственных практик для студентов, возможности оплачиваемой производством бесплатной стажировки преподавателей на производстве и другие. Во многих случаях вузы не смогли адекватно отреагировать на эти вызовы. Возможно, более глубокой и фундаментальной причиной этого факта является неприспособленность российского инженерного образования к условиям рыночной экономики.

Слабая связь инженерных вузов и вузов, реализующих инженерные образовательные программы, с производством (бизнесом) приводит не только к снижению практико-ориентированности в подготовке будущих инженеров, но также и к снижению уровня производственной квалификации научно-педагогических работников вуза (НПР), невозможности использовать при подготовке будущих инженеров потенциал и материальную базу реального производства (особенно передовых, лидирующих производств) и в конечном итоге к снижению качества инженерного образования.

**5.** Невысока привлекательность (имидж, престижность) инженерного образования и инженерной профессии для молодых людей и, в частности, для выпускников средних школ. В лучшем случае не более 25 % выпускников школ выбирают предмет «Физика» при сдаче ЕГЭ, что как минимум отражает их намерение получить образование в сфере техники и технологии. При этом часть этих выпускников, поступая в вузы, возможно, предпочтут получение образования не по инженерным, а по естественно-научным специальностям.

**6.** «Утечка мозгов». Выпускники инженерных программ нередко уезжают на работу за рубеж в течение первых 5–10 лет после окончания вуза. Как правило, это наиболее способные, грамотные и квалифицированные специалисты. Остающиеся в России не лучшие выпускники инженерных программ не столь эффективно способствуют укреплению престижности инженерных профессий и под-

тверждению гипотезы о лучшем в мире инженерном образовании.

**7.** Повышение требований к владению выпускниками современными цифровыми и информационными технологиями (включая искусственный интеллект, Big Data и пр.) вместе с сокращением сроков подготовки выпускников к инженерной деятельности вступает в противоречие с требованием готовить специалистов, способных поддерживать и развивать современное глобально конкурентное производство. В то же время не следует ожидать хороших результатов и от усилий по развитию междисциплинарных инженерных направлений, если монодисциплинарные (отраслевые) будут находиться на невысоком уровне именно из-за смешения этих акцентов. Другими словами, если специалист не является лучшим в области электроники и в области медицины, то едва ли он станет лучшим в области медицинской электроники и едва ли ему в этом помогут его компетенции в области предпринимательства или цифровых технологий.

**8.** Пандемия. Переход на онлайн-формат при обучении будущих инженеров даже при внедрении VR-технологий, по мнению многих преподавателей, напоминает пример обучения будущих пловцов плаванию без использования реальной воды.

Проведение занятий без возможности видеть лица студентов (а это сегодня принятая практика, обусловленная перегрузкой трафика в интернете) существенно снижает коммуникативность и интерактивность учебного процесса, усиливает формализм, снижает эффективность и результативность обучения. И это только один аспект.

**9.** Система «подушевого» государственного финансирования вузов «деньги за студентом» и коммерциализация образования (платные образовательные услуги) приводят к необходимости бороться с отсевом студентов (ради сохранения госфинансирования и штата ППС-УВП), большому количеству задолжников, к снижению требований к студенту, выставлению незаслуженных положительных оценок студентам и в конечном итоге – к снижению качества образования, если не к его профанации. Усугубляет это положение усиливающаяся степень бюрократизации всех процессов и видов деятельности в вузе.

**10.** Экспорт российского инженерного образования продолжает оставаться в проблем-

ной зоне, в том числе из-за малой доли программ на иностранных языках, низкой доли ППС, свободно владеющего иностранным языком, а также и по причине малого количества инженерных образовательных программ, имеющих международную аккредитацию, международное признание.

Скорее всего, здесь приведён не полный перечень негативных для инженерного образования проявлений, однако именно они представляются наиболее тревожными, поэтому адекватное реагирование на них со стороны управляющих структур и инженерно-образовательного сообщества может привести к существенному повышению качества инженерного образования и усилению его позитивной роли в отечественном инженерном деле.

### Традиции. Миссия. Стратегическая цель

Российское инженерное образование действительно имеет богатую историю и замечательные традиции, уходящие корнями в петровские и постпетровские времена. Факты и результаты профессиональной инженерной деятельности в досоветский и советский периоды (горное дело, радио, космос, атомная энергетика, вооружение и др.) давали основание поднять на щит лозунг «Российское инженерное образование – лучшее в мире».

И действительно, в 60-е гг. XX в. транслировалось мнение экспертов США о том, что лидерство и успехи СССР в освоении космоса объясняются более эффективной, чем на Западе, системой образования, в том числе и инженерного.

С тех пор российские инженерное и инженерно-образовательное сообщества исповедуют мысль о превосходстве отечественного инженерного образования, а недостатки и факты, не подтверждающие эту мысль, трактуются как следствия иных причин, как бы не связанных с инженерным образованием. Ну, например, «это у нас экономика такая» или «тлетворное влияние Запада».

Анализ уже сформировавшейся в XX в. системы российского инженерного образования позволяет выделить четыре основные традиции, которым следовали передовые инженерные вузы страны, такие как МВТУ в Москве, Горный институт в Санкт-Петербурге, Технологический институт в Томске и другие:

- единство учебного и научного процессов;
- основательная практическая подготовка будущих инженеров;

- высокий уровень требований к студентам;
- новаторский характер основных видов деятельности в инженерном вузе (учебная, научная, инженерная).

Высшие учебные заведения, следующие этим традициям, лелеющие и развивающие их, имели, как правило, выдающиеся успехи в подготовке инженеров, обеспечивших успехи и прорывы в отечественном инженерном деле. Имена этих учёных, инженеров, организаторов производства и по сей день являются предметом гордости вузов, страны, а их портреты украшают стены в университетских корпусах и обеспечивают приток в вузы талантливой и амбициозной молодёжи.

Эти традиции настолько универсальны, что и сегодня они без сомнения могут служить мощным фундаментом для успешной деятельности современных вузов.

Обобщение и анализ выводов и рекомендаций, полученных экспертами АИОР за последнее десятилетие, осмысление их содержания, а также сущности традиций российского инженерного образования позволяют представить здесь для обсуждения приемлемые, как нам представляется, формулировки Миссии и среднесрочной, а возможно и долгосрочной, Стратегической цели современного отечественного инженерного образования.

**Миссия российского инженерного образования:** «На основе передовой научной мысли подготавливать специалистов для успешной профессиональной инженерной деятельности, способных обеспечить устойчивое опережающее технологическое развитие России и высокий уровень технологической культуры населения».

**Стратегическая цель:** «Создать адаптивную, глобально конкурентоспособную систему высшего инженерного образования и обеспечить её устойчивое функционирование».

Нам представляется, что приведённые здесь формулировки Миссии и Стратегической цели развития инженерного образования могут служить хорошей основой для формулирования Миссии и Стратегической цели любого инженерного вуза.

Реализация Миссии и достижение Стратегической цели могут осуществляться только при наличии согласованных, объективных и непротиворечивых критериев и процедур их оценки. Выбор таких критериев и процедур является задачей отдельного исследования.

### **Принципы организации инженерного образования, подходы, методы и инструменты их реализации**

Обязательным шагом при формировании концепции выполнения любого проекта является выбор, обоснование и декларация основополагающих, базовых принципов, опора на которые является не только определённой гарантией успеха, но и должна обеспечить привлекательность всего проекта для его участников и партнёров.

Не претендуя на полноту перечня принципов, список их может быть представлен, по крайней мере, приведёнными ниже, снабжён краткими комментариями и обозначением некоторых приёмов, методов и инструментов, позволяющих реализовать выбранные принципы:

- 1) опоры на традиции;
- 2) системности;
- 3) целеполагания;
- 4) стратегического и тактического партнёрства;
- 5) сбалансированности ресурсов;
- 6) отраслевой ориентации;
- 7) адаптивности;
- 8) диверсификации;
- 9) результативности.

#### **1. Принцип опоры на традиции**

Традиции являются доказанной многими годами опыта основой достижения успеха, они есть суть корпоративной культуры вуза и основа для установления ценностей, следование которым является естественным для каждого члена коллектива. Принцип заключается в создании системы, обеспечивающей укрепление и развитие традиций, а также развитие корпоративной культуры инженерного вуза и возможности участникам проекта беспрепятственно следовать им. Принцип реализуется за счёт систематического мониторинга состояния корпоративной культуры, использования наиболее эффективной составляющей потенциала системы образования и вуза для достижения поставленных целей. Реализация этого принципа осуществляется за счёт создания условий для укрепления, развития и эффективного использования каждой из указанных традиций.

В частности:

- **единство учебного и научного процессов**  
Создание условий, благоприятствующих участию преподавателей в научных исследо-

ваниях, а научных сотрудников – в учебном процессе. В структуре вуза – НИИ, отраслевые и проблемные лаборатории, поддержка научных школ в составе кафедр и лабораторий, развитие инфраструктуры научной деятельности и учебного процесса. Поддержка международного сотрудничества в научной, учебной и учебно-методической сфере. Стимулирование студентов и аспирантов к участию в научной работе и учебном процессе. Развитие и поддержка эффективных взаимовыгодных контактов с институтами РАН.

- **основательная практическая подготовка будущих инженеров**

Следование этой традиции позволило вузам России в начале XX в. готовить выпускников, обеспечивших освоение минерально-сырьевой базы Сибири и Дальнего Востока, осуществить промышленное и гражданское строительство, «поставить на ноги» химическую, угольную, металлургическую промышленность в Сибири, а позднее – атомную и электроэнергетику в Азиатской части страны.

Основой серьёзной практической подготовки выпускников были и остаются тесные связи вузов с предприятиями реального сектора экономики.

Система хорошо продуманных производственных, технологических, конструкторских, преддипломных студенческих практик, профильных мастерских, где будущие инженеры могут получить рабочие профессии и разряды, выполнение студентами большого числа реальных курсовых проектов под руководством представителей производства, создание в составе вуза конструкторских бюро, научно-производственных структур, инжиниринговых центров лидирующих производственных компаний – всё это представляет собой основу, создающую благоприятные условия для возрождения, укрепления и развития этой традиции, следование которой с большой вероятностью гарантирует успешную реализацию Миссии и достижение Стратегической цели инженерного образования.

- **высокий уровень требований к студентам**

Исторически уровень требований к студентам вузов отражался в доле отчисляемых за академическую неуспеваемость студентов. Несмотря на высокий уровень требований, предъявляемых к студентам при поступлении, в лучших вузах страны в прошлом веке абсолютный процент «отсева» студентов, колебался от 20 до 40. Относительный процент



«отсева» был ниже, так как часть отчисленных студентов позднее восстанавливалась и заканчивала обучение на год или два позже. За рубежом, например, в Германии, этот показатель отражался в увеличении среднего периода обучения с 5 до 7 лет. Естественно, таким «отсевом» выстраивался барьер, не позволяющий недобросовестным, неспособным и не трудолюбивым студентам (проще говоря, лентяям) попасть в число дипломированных инженеров. Люди с высшим техническим образованием, как правило, характеризовались высоким уровнем инженерных знаний и высокой профессиональной квалификацией. Развитие и укрепление этой традиции в современных условиях лежит в плоскости экономической и организационной. Снятие ограничения на «отсев», несомненно, приведёт к увеличению стоимости подготовки условного выпускника, однако это будет плата не только за качество образования, но и за качество продуктов инженерной деятельности, произведённой этим выпускником в будущем – реке будут останавливаться лифты в небоскрёбах, падать самолёты и случаться техногенные катастрофы в природе.

- **новаторский характер основных видов деятельности в инженерном вузе (учебная, научная, инженерная)**

Эта традиция в инженерном образовании России, скорее всего, обусловлена менталитетом россиян, живущих в сложных климатических, финансовых и материальных условиях, привыкших постоянно искать и находить нестандартные решения для выхода из сложных ситуаций, которые, к сожалению, нередко они сами же и создают. Последнее может свидетельствовать о недостаточном уровне развития технологической культуры людей, что подтверждает правильность акцента на этот фактор при формулировании миссии инженерного образования.

Результатом следования этой традиции в вузе являются новые научные знания, изобретения, защищённые патентами, эффективные педагогические приёмы и методы, образовательные технологии, системы управления, позволяющие вузу успешно и устойчиво развиваться. В конечном итоге именно эта традиция формирует такую составляющую корпоративной культуры вуза, как «адхократия», или «культура творчества». Развитие и поддержание этой традиции могут быть достаточно эффективными при создании условий,

в которых поощряется творчество, участие в различного рода конкурсах студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. При этом одновременно поддерживается развитие такой важной составляющей корпоративной культуры вуза, как «культура конкурентной среды».

## **2. Принцип системности**

Принцип заключается в обязательности использования системного подхода при реализации миссии, планировании и организации выполнения работ по достижению поставленной цели. Системный подход предполагает учёт вклада в планируемые результаты не только каждого из элементов системы, но и взаимодействия между ними, а также предполагает предварительный анализ обратных связей и ответственность за возможные негативные социальные и иные последствия. Принцип реализуется выбором оптимальных организационных и функциональных структур, формированием Комплексных программ развития (КПР) системы инженерного образования в целом (доктрин), вузов, предусматривающих вертикальные и горизонтальные связи с другими системами, партнёрами.

## **3. Принцип целеполагания**

Следование принципу демонстрируется обязательным формулированием наглядной, реально достижимой и измеряемой цели при решении глобальных и частных задач. Сюда включаются и Миссии, и Стратегические цели развития вуза, цели развития структурного подразделения, системы или цели любого проекта.

Принцип предполагает обязательность обоснованного предварительного выбора целевых индикаторов, количественных или качественных экспертных критериев для оценки степени достижения целей и описание методов измерения.

Одним из важнейших аргументов, подтверждающих правильность и обоснованность сформулированной цели, является предоставление доказательств того, что планируемый результат необходим и удовлетворит конкретному бенефициару (стейкхолдера).

## **4. Принцип стратегического и тактического партнёрства**

Принцип партнёрства вообще, а стратегического и тактического в частности является

одним из наиболее важных в ряду выбранных принципов, следование которым может, при прочих равных условиях, гарантировать успех в деле реализации Миссии и достижения Стратегической цели (инженерного образования или конкретного вуза).

Опыт последних десятилетий, проблемные ситуации в инженерном образовании и некоторые факты их проявления (например, корпоративные университеты), описанные в начале статьи, свидетельствуют о том, что усилия вузов, даже очень продвинутых и очень хорошо, по российским меркам, финансируемых, не приводят к желаемым и декларируемым результатам (видеть 5 российских вузов в перечне ТОП-100 мировых рейтингов). Анализ результатов позволяет увидеть, что одной из вероятных причин этого является отсутствие эффективного взаимодействия вуза с передовыми, лидирующими производственными, научными или инжиниринговыми структурами реального сектора экономики мира, страны или региона.

Реализация принципа стратегического партнёрства осуществляется заключением генерального соглашения о долгосрочном, стратегическом, взаимовыгодном партнёрстве между соответствующим Министерством, производственными, научными (РАН) объединениями, ведущими крупными вертикально-интегрированными компаниями, лидирующим производством и/или Министерством образования, его структурой, вузом. В генеральном соглашении обозначаются цели, рамки и содержание сотрудничества и, что очень важно, взаимопомощь в достижении стратегических целей каждой из сторон. Таким образом, предусматривается обозначение конкретных требований к качеству поставляемых вузом (системой инженерного образования) продуктов и услуг, а также определяются условия использования вузом потенциала реального сектора экономики (базы практик, трудоустройство, инжиниринговые центры, персонал, оборудование). Тактическое партнёрство реализуется путём создания консорциумов, в том числе междисциплинарных, задачей которых является выполнение конкретных проектов по решению задач, предусматриваемых стратегическими соглашениями. Членами консорциума могут быть партнёры из других вузов, НИИ или производств, не относящихся к сторонам, подписавшим генеральное соглашение.

### **5. Принцип сбалансированности ресурсов**

Включение в перечень этого принципа обусловлено необходимостью обеспечить реальность достижения поставленных целей. Оценка объёмов необходимых ресурсов, их доступность, сбалансированность различных их видов (материальные, человеческие, финансовые, интеллектуальные) – обязательное условие реализации Миссии и достижения Стратегической цели. Реализация принципа предполагает оценку эффективности использования ресурсов, их экономного и бережливого расходования и создание условий для этого.

### **6. Принцип отраслевой ориентации**

Включение этого принципа в предложенный перечень обусловлено необходимостью всё-таки преимущественно ориентировать подготовку будущих инженеров на получение новых инженерных решений, разработку новых образцов техники и технологии в конкретных направлениях производства, формировать у них обязательно, и в первую очередь, профессиональные компетенции, обеспечивая их приоритет в сравнении с надпрофессиональными. Реализация принципа предполагает выстраивание организационной структуры вуза (факультеты, кафедры, департаменты) в первую очередь по отраслевому принципу. При этом, безусловно, не исключается возможность создания междисциплинарных структурных подразделений, имеющих бенефициаров в реальном секторе экономики страны или региона, а также структурных подразделений, формирующих у выпускников надпрофессиональные и универсальные компетенции.

### **7. Принцип адаптивности**

Следование этому принципу предполагает необходимость обеспечить системе инженерного образования способность адекватно реагировать на внешние и внутренние вызовы, оставаясь глобально конкурентоспособным, сохранять и трансформировать при внешних возмущениях потенциал для реализации своей миссии и достижения стратегической цели. Реализация этого принципа в вузе может быть осуществлена созданием условий для непрерывного профессионального анализа потока информации из внешней и внутривузовской среды и выработки рекомендаций (советов) для руководства вуза по принятию

необходимых адекватных корректирующих мер по адаптации деятельности вуза к складывающимся условиям. Это может быть сделано с помощью специально разработанной информационно-советующей системы на базе искусственного интеллекта. Признаком следования вуза этому принципу является наличие в вузе профессионально работающего информационно-аналитического центра, а также отдела глубокого маркетинга, способного исследовать не только рынок продуктов деятельности вуза, но и рынки продуктов лидирующих бенефициаров вуза, что, безусловно, позволит обеспечить опережающий характер инженерного образования.

### **8. Принцип диверсификации**

Здесь речь идёт о диверсификации инженерного образования, хотя, говоря в целом об эффективности системы инженерного образования, принцип диверсификации следует применить ко всем видам деятельности вуза или, по крайней мере, к основным: учебной, научной, инновационной. Следование этому принципу обусловлено необходимостью обеспечивать требуемый уровень качества инженерного образования.

На смену принципу «**всех научим всему**» должен прийти принцип «**научим тому, что необходимо, тем, кто способен научиться**». Осуществить эти изменения можно следуя принципу диверсификации инженерного образования. Диверсификация инженерного образования – это некоторое его «дробление» с ориентацией на требования и пожелания конкретных заказчиков, бенефициаров, а также на потенциал вуза и возможности обучаемых, студентов. Более глубокая диверсификация может затронуть образовательные программы и технологии. Однако в любом случае целью диверсификации является повышение качества инженерного образования, необходимость более полного удовлетворения требований потребителя основного продукта инженерных вузов – выпускников инженерных программ. Диверсификация образования может быть осуществлена в двух плоскостях: горизонтальной и вертикальной.

**Горизонтальная диверсификация** предполагает использование отраслевого, межотраслевого и междисциплинарного деления инженерных образовательных программ, ориентированных на крупные кластеры – заказчики. Кластеры могут быть отраслевыми,

межотраслевыми и междисциплинарными. Внутри каждого кластера может быть более дробное деление образовательных программ. Это деление должна учитывать и организационная структура вуза: факультеты, институты, школы и пр. – для крупных кластеров, кафедры, отделения, лаборатории, центры и пр. – для отдельных представителей кластеров. В рамках такой классификации примеры направлений подготовки будущих инженеров могут выглядеть следующим образом:

**Отраслевые:** горное дело, геология, нефтегазовый комплекс, химические технологии, тепло и электроэнергетика, электротехника, ядерные и атомные технологии, машиностроение, автомобилестроение, самолётостроение, приборостроение, космос и др.

**Межотраслевые:** подготовка инженерных кадров для Российской академии наук и/или для её региональных отделений, подготовка команд технологического предпринимательства в интересах производства, бизнеса и самих студентов – «Обучение ради стартапа» и другие.

**Междисциплинарные:** материаловедение, ядерная и радиационная медицина, промышленная и медицинская электроника, биомедицинские технологии и др.

Горизонтальная диверсификация обязательно предполагает наличие конкретного заказчика и тщательное согласование требований к качеству образования и методам его контроля (содержание компетенций, КИМов и методов контроля качества).

**Вертикальная диверсификация** предполагает несколько моделей конструирования и реализации инженерных образовательных программ:

1) **По модульному принципу.** Каждая образовательная программа представляет собой набор модулей, сумма трудоёмкости освоения которых не должна быть меньше, чем необходимо для получения высшего образования: бакалавры – 240 кредитов, магистры – 120. При этом часть модулей должны быть обязательными и обеспечивать формирование необходимых компетенций выпускнику для его успешной профессиональной инженерной деятельности в выбранной отрасли. Другая часть модулей, формирующих у выпускника надпрофессиональные компетенции, включается в программу по требованию или желанию заказчика. Дополнительно, по желанию

студента, в программу могут быть включены модули для формирования смежных профессиональных или надпрофессиональных компетенций, в том числе с превышением объёма кредитов не более чем на 20 %.

- 2) **По уровневому принципу.** Для подготовки инженеров из числа наиболее способных студентов формируются программы с набором более сложных по содержанию модулей (программы, обеспечивающие подготовку специалистов, способных работать над инженерными проектами, обеспечивающими технологические прорывы в соответствующей области. Элитное образование).
- 3) **По принципу родственности ментальных моделей образования.** При формировании студенческих групп устанавливаются и учитываются ментальные модели образования преподавателей и студентов, их природные способности и уровень мотивации. Этот подход даёт возможность диверсифицировать образовательные программы и технологии и более эффективно осуществлять подготовку будущих инженеров для работы в определённых видах инженерной деятельности (конструкторская, технологическая, эксплуатационная, изобретательская, предпринимательская, управленческая и др.).
- 4) **По принципу практико-ориентированности.** Сюда включается известное сегодня **дуальное образование**. Возможные и другие формы. Например, **блочно-модульные учебные планы**, позволяющие одновременно с обучением по дневной форме приобрести значительный практический опыт и выполнить реальный проект в интересах заказчика, а также учебные планы, позволяющие в сокращённые сроки подготавливать специалистов **с требуемыми, необходимыми или желаемыми двумя высшими образованиями**.

### 9. Принцип результативности

Принцип реализуется через обязательное декларирование ожидаемых результатов и создание условий для их получения, анализа и публичного обсуждения. Реализация миссии и достижение стратегической цели развития вуза, структурного подразделения, системы или цели любого проекта должны предполагать обозначение критериев, ориентируясь на которые можно делать выводы о степени выполнения задуманного и результативности деятельности вуза.

### Заключение

Вызовы последнего десятилетия системе инженерного образования России породили серьёзные проблемы, без решения которых обеспечить устойчивое развитие инженерного образования в стране будет достаточно сложно.

Российское инженерно-образовательное сообщество, представленное в том числе и общероссийской общественной организацией «Ассоциация инженерного образования России», провело значительную работу по исследованию причин возникновения проблемных ситуаций и поискам путей их решения. Рекомендации многочисленных, организованных АИОР в последние годы, экспертных семинаров, конференций, общественных слушаний предоставили хорошую возможность сформулировать и предложить для обсуждения вариант концепции развития инженерного образования России на предстоящий временной период.

Ключевой идеей этого варианта концепции является идея повышения качества инженерного образования России так необходимого для того, чтобы обеспечить её технологическое развитие и повысить технологическую культуру населяющих её народов.

Автор ожидает, что опубликование статьи послужит началом дискуссии в инженерно-образовательном сообществе России на затронутую тему.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Базжина В.А., Лобатюк В.В., Литвинов А.Н. Кадровый резерв как вид инвестиций в человеческий капитал вуза // Проблемы современной экономики. – 2013. – № 4 (48). – С. 373–377.
2. Управление конкурентоспособностью современного российского университета: состояние, вызовы и ответы / А.С. Латышев, Ю.П. Похолков, М.Ю. Червач, А.Н. Шадская // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т. 21. – № 5. – С. 6–16.
3. Прогноз долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года. URL: [http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minrec/activity/sections/macro/prognoz/doc20130325_06) (дата обращения: 10.12.2020).
4. Schwab K. Insight report: the global competitiveness report 2016–2017 // World Economic Forum. – Geneva: SRO Kundig, 2016. – 400 p.



5. Агранович Б.Л., Чудинов В.Н. Системное проектирование содержания подготовки инженеров в области высоких технологий // Инженерное образование. – 2003. – № 1. – С. 32–39.
6. Огородова Л.М., Кресс В.М., Похолков Ю.П. Инженерное образование и инженерное дело в России: проблемы и решения // Инженерное образование. – 2012. – № 11. – С. 18–23.
7. Назарова И.Б. Вызовы для российских университетов и преподавателей // Высшее образование в России. – 2015. – № 8–9. – С. 61–68.
8. Коробицов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – № 27. – С. 27–36.
9. The World Bank Report. Constructing knowledge societies: new challenges for tertiary education. – Washington, DC: The World Bank, 2001. – 204 p.
10. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development // European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned / Ed. by P. Lappalainen. – Brussels: SEFI and TKK Diploi, 2009. – P. 15–29.
11. Approaches to assessing the level of engineering students' sustainable development mindset / Y. Pokholkov, M. Horvat, J.C. Quadrado, M. Chervach, K. Zaitseva // 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON). – Porto, 2020. – P. 1102–1109. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125292.
12. Материалы экспертных семинаров и тренингов АИОР. URL: <http://www.aeer.ru/events/ru/trainings.htm> (дата обращения: 10.12.2020).
13. Толкачева К.К. Экспертный семинар как форма реализации целей проблемно-ориентированного обучения специалистов в области техники и технологии: автореф. дис. ... канд. наук. – Казань, 2015. – 24 с.
14. Похолков Ю.П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. – 2012. – № 10. – С. 50–65.
15. Похолков Ю.П. Качество подготовки инженерных кадров глазами академического сообщества // Инженерное образование. – 2014. – № 15. – С. 18–25.
16. Пушных В.А. Холистический подход к оценке качества инженерного образования // Инженерное образование. – 2021. – № 29. – С. 105–113.
17. Сагиева Г.С. Экспорт и импорт технологий // Наука, технологии, инновации. Институт статистических исследований и экономики знаний НИУ ВШЭ. URL: <https://issek.hse.ru/news/399520404.html> (дата обращения: 10.12.2020).

Дата поступления 20.10.2021 г.

UDC 378

DOI 10.54835/18102883\_2021\_30\_9

## ENGINEERING EDUCATION IN RUSSIA: PROBLEMS AND SOLUTIONS. THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF ENGINEERING EDUCATION IN MODERN CONDITIONS

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

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

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

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

The author proposes for discussion a version of the concept for development of engineering education in Russia. There paper introduces the analysis based of problem situations, recommendations, proposals and conclusions of a number of expert seminars and conferences held on the AEER's initiative in 2011–2021. The possible formulations of the Mission and the Strategic Goal for the Development of Russian Engineering Education for the medium term are given. The author proposes the principles, following which, in the author's opinion, can lead to the successful implementation of the Mission and the achievement of a strategic goal. The article also discusses methods, approaches and tools which use will improve the quality of engineering education.

**Key words:** Engineering education, concept, principles, problematic situation, quality of education, strategic goal, engineering universities, engineering and educational community, strategic and tactical partnership, diversification of education.

### REFERENCES

1. Bazzhina V.A., Lobatyuk V.V., Litvinov A.N. Kadrovyy rezerv kak vid investitsiy v chelovecheskiy kapital vuza [Personnel reserve as a type of investment in the human capital of a university]. *Problemy sovremennoy ekonomiki*, 2013, no. 4 (48), pp. 373–377.
2. Latyshev A.S., Pokholkov Yu.P., Chervach M.Yu., Shadskaya A.N. Upravlenie konkurentosposobnostyu sovremennogo rossiyskogo universiteta: sostoyanie, vyzovy i otvety [Management of the competitiveness of a modern Russian university: state, challenges and responses]. *Universitetskoe upravlenie: praktika i analiz*, 2017, vol. 21, no. 5, pp. 6–16.
3. *Prognoz dolgosrochnogo sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda* [Forecast of the long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period up to 2030]. Available at: [http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macroprognoz/doc20130325\\_06](http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/macroprognoz/doc20130325_06) (accessed: 10 December 2020).
4. Schwab K. Insight report: the global competitiveness report 2016–2017. *World Economic Forum*. Geneva, SRO Kundig, 2016. 400 p.
5. Agranovich B.L., Chudinov V.N. System design of the content of the training of engineers in the field of high technologies. *Engineering education*, 2003, no. 1, pp. 32–39. In Rus.
6. Ogorodova L.M., Kress V.M., Pokholkov Yu.P. Engineering education and engineering in Russia: problems and solutions. *Engineering education*, 2012, no. 11, pp. 18–23. In Rus.
7. Nazarova I.B. Challenges for Russian universities and teachers. *Vysshee Obrazovanie v Rossii*, 2015, no. 8–9, pp. 61–68. In Rus.
8. Korobtsov A.S. The quality of engineering education: slogans and reality. *Engineering education*, 2020, no. 27, pp. 27–36. In Rus.
9. *The World Bank Report. Constructing Knowledge Societies: New Challenges for Tertiary Education*. Washington, DC, The World Bank, 2001. 204 p.
10. Horvat M. Continuing engineering education as a driving force in university development. *European Continuing Engineering Education, Conceptualizing the Lessons Learned*. Ed. by P. Lappalainen. Brussels, SEFI and TKK Diploi, 2009. pp. 15–29.
11. Pokholkov Y., Horvat M., Quadrado J.C., Chervach M., Zaitseva K. Approaches to assessing the level of Engineering Students' Sustainable Development Mindset. *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*. Porto, 2020. pp. 1102–1109, DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125292.
12. *Materialy ekspertnykh seminarov i treningov AIOR* [Materials of expert seminars and trainings of AEER]. Available at: <http://www.aeer.ru/events/ru/trainings.htm> (accessed: 10 December 2020).

13. Tolkacheva K.K. *Ekspertny seminar kak forma realizatsii tseley problemno-orientirovannogo obucheniya spetsialistov v oblasti tekhniki i tekhnologii*. Avtoreferat Diss. Kand. nauk [Expert seminar as a form of realization of the goals of problem-oriented training of specialists in the field of engineering and technology. Cand. Diss. Abstract]. Kazan, 2015. 24 p.
14. Pokholkov Yu.P. National doctrine of advanced engineering education in Russia in the conditions of new industrialization: approaches to formation, purpose, principles. *Engineering education*, 2012, no. 10, pp. 50–65. In Rus.
15. Pokholkov Yu.P. The quality of engineering training through the eyes of the academic community. *Engineering education*, 2014, no. 15, pp. 18–25. In Rus.
16. Pushnykh V.A. Holistic approach to assessing the quality of engineering education. *Engineering education*, 2021, no. 29, pp. 105–113. In Rus.
17. Sagieva G.S. Eksport i import tekhnologiy [Export and import of technologies]. *Nauka, tekhnologii, innovatsii. Institut statisticheskikh issledovaniy i ekonomiki znaniy NIU VShE* [Science, technologies, innovations. Institute for Statistical Research and Economics of Knowledge, National Research University Higher School of Economics]. Available at: <https://issek.hse.ru/news/399520404.html> (accessed: 10 December 2020).

Received: 20 October 2021.

# Инженерное образование

Адрес редакции:  
Россия, 119454, г. Москва  
проспект Вернадского 78, строение 7  
Тел./факс: (499) 7395928  
E-mail: [aeer@list.ru](mailto:aeer@list.ru)  
Электронная версия журнала:  
[www.aeer.ru](http://www.aeer.ru)

© Ассоциация инженерного  
образования России, 2020

Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета

Формат 60x84/8. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл. печ. л. 12,56. Уч.-изд. л. 11,36.  
Заказ 241-21. Тираж 100 экз.



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



ЖУРНАЛ АССОЦИАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

# ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ