

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-73-84>

Приоритетные задачи и опыт инженерно-технической подготовки в университетах России

Лидер Андрей Маркович – д-р техн. наук, проф. E-mail: lider@tpu.ru

Слесаренко Инга Валерьевна – канд. пед. наук, доцент. E-mail: slessare@tpu.ru

Соловьев Михаил Александрович – канд. техн. наук, доцент. E-mail: solo@tpu.ru

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

Адрес: 634050, г. Томск, проспект Ленина, 30, главный корпус ТПУ

Аннотация. Данная статья посвящена обзору лучших практик ведущих университетов России в области организации практико-ориентированной подготовки по инженерно-техническим специальностям. Опираясь на совокупность профессиональных и междисциплинарных профессионально значимых компетенций будущего выпускника инженерно-технических специальностей, авторы рассматривают его профессиональный портрет как триединство компетенций научно-исследовательской, инженерно-технической и предпринимательской деятельности. На основе обзора документов, отчётных материалов, информационных баз данных, анализа результатов статистических исследований обобщены мировые тенденции развития инженерно-технической подготовки в университетах мира и страны, сформулированы приоритетные задачи трансформации инженерно-технического образования, предложены подходы к решению данных задач на уровне структурно-организационного и учебно-методического оснащения учебного процесса. На примере опыта организации практико-ориентированного обучения физике в Томском политехническом университете (ТПУ) обсуждаются основные учебно-методические и организационно-структурные решения, позволяющие эффективно формировать профессиональный портрет будущего инженера. Разработанная в ТПУ система практико-ориентированной инженерно-технической подготовки может быть успешно использована в практике преподавания программ бакалавриата, магистратуры, аспирантуры инженерно-технических специальностей других университетов.

Ключевые слова: инженерно-техническая подготовка, профессиональные компетенции, профессиональный портрет выпускника, междисциплинарные профессионально значимые компетенции, практико-ориентированное обучение, проектно-ориентированное обучение

Для цитирования: Лидер А.М., Слесаренко И.В., Соловьев М.А. Приоритетные задачи и опыт инженерно-технической подготовки в университетах России // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 4. С. 73-84.

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-73-84>

Введение

Сегодня вызовы, с которыми в поисках решений сталкивается мир, в глобальной перспективе должны быть адресованы инженерным кадрам исключительно высокой квалификации. Поэтому задачи улучшения

качества инженерного образования, его доступности являются чрезвычайно важными для устойчивого развития мирового сообщества. Обучение студентов инженерных специальностей с применением традиционных технологий обучения больше не является

эффективным в той мере, в какой оно могло ранее обеспечивать всестороннюю подготовку будущих инженеров для участия в реальных процессах на производстве. Сегодня социокультурные и технологические изменения активно трансформируют взгляды на организацию инженерно-технической подготовки в университетах.

Меняется профессиональный портрет не только выпускника инженерных специальностей, но и студента, приобретающего в процессе обучения профессиональные и межотраслевые профессионально значимые умения и компетенции [1; 2]. Представляется, что последние сегодня не менее важны, чем профессиональные. Среди востребованных на будущем рабочем месте умений абитуриенты отмечают (приведены первые три места): умения лидерства – указали 42% опрошенных, умения решать проблемные задачи – 40%, умения командной работы – 39% [3]. Будущие студенты считают, что развитие вышеуказанных умений ещё во время обучения в университете позволит найти полноценную работу, эффективнее адаптироваться на рабочем месте. Согласно данным сравнительного обзора межотраслевых профессионально значимых умений (generic skills), полученных в 2017 г. в рамках инженерного образования в разных странах, работодатели в Великобритании отметили, что крайне важными компетенциями выпускников инженерных специальностей являются: готовность обучаться «через всю жизнь» – 80%, способность решать инженерные задачи – 86%, умение организовывать эффективное взаимодействие – 91% и способность понимать этическую и профессиональную ответственность за принимаемые инженерные решения – 86% [4]. Университеты предпринимают попытки содержательно переосмыслить и перестроить профессиональную инженерно-техническую подготовку, обеспечивая студентам практико-ориентированное образование, участие в выполнении проектов, востребованных реальным сектором экономики, а также создавая условия

для своевременной эффективной адаптации выпускников к текущим и будущим потребностям промышленного сектора, специфике работы в промышленности [3–6].

В рамках нашего исследования задачей стало изучение приоритетных задач сегодняшнего этапа развития инженерно-технической подготовки в мире, а также обзор лучших педагогических практик ведущих университетов России, поддерживающих процессы трансформации организации, содержания и качества инженерно-технической подготовки. Для решения поставленных задач применялись следующие методы исследования.

Обзор документов, отчётных материалов и анализ информационных баз данных. Данные, предоставляемые научно-образовательными организациями, документы, отчётные и статистические материалы использовались в качестве источников информации по теоретико-методологическим вопросам разработки, внедрения и реализации программ бакалаврской и магистерской подготовки инженеров.

Результаты статистических обследований и наблюдений (результаты научных наблюдений, данные рейтинговых агентств). Учитывались данные опубликованной обратной связи, предоставленной стейкхолдерами образовательного процесса подготовки инженерных кадров. Анализ проводился с использованием различных источников информации: учебных планов, рабочих программ.

Кейсы. Проведён обзор лучших практик с целью проанализировать опыт практико-ориентированного, проектного обучения, внедрённых форматов учебной деятельности в рамках бакалаврской и магистерской инженерно-технической подготовки в ведущих российских университетах.

Приоритетные задачи трансформации инженерно-технической подготовки

Задача технического университета – готовить выпускника в рамках современных обра-

зовательных программ к профессиональной деятельности, обеспечивая триединство его профессионального портрета: инженер – учёный – предприниматель. Данные задачи заявлены в подпрограмме 1 «Развитие национального интеллектуального капитала» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»¹.

Согласно опубликованным аналитическим обзорам и научным работам в инженерном образовании наблюдаются следующие разрывы:

- вновь принятым на работу инженерам требуется время, чтобы адаптироваться к практическому опыту работы и реальностям производства;

- всё большая часть инженеров вынуждена двигаться от полученной основной специализации в совершенно новую область;

- рынок ставит под вопрос содержание учебных планов инженерных образовательных программ, в том числе диктует необходимость наличия коммуникативных умений и знаний в области межкультурной коммуникации, умений работать на любой позиции в команде, планировать и рационально использовать время и другие ресурсы и т.п. [7].

Принимая во внимание необходимость подготовки инженеров качественно нового уровня, обеспечивающей комплексный подход к формированию профессионального портрета выпускника инженерных специальностей, нами определены актуальные на сегодня задачи трансформации инженерно-технического образования и подходы к их решению.

Задача. *Интегрировать практический опыт решения реальных задач в процесс обучения начиная с первого года бакалавриата.* В рамках её решения возникает сложная

методологическая задача – формирование банка проблем, учебных проектных задач, решение которых сможет максимально приблизить учебную деятельность студентов к профессиональной деятельности, осуществляемой на производстве. Такая деятельность отличается творческим характером, условиями, способствующими проявлению способностей к риску и принятию нетривиальных решений. Как показал обзор лучших практик, подобные задачи реализуются в рамках проектного обучения, где содержательное наполнение задач тщательно разрабатывается командами профессионалов и является ноу-хау университета. Основной методический принцип реализации проектной работы заключается в том, что она даже с участием совсем неопытных студентов реализуется по чётко структурированному алгоритму, с запланированными ясно сформулированными учебными достижениями.

Задача. *Сформировать у студента и выпускника востребованные межотраслевые профессионально значимые умения и компетенции.* Для преодоления так называемого employability gap – разрыва между подготовкой инженера в университете и теми умениями и качествами, которые от него потребуются на практике [7], исследователи сформулировали следующие востребованные компетенции (transferable skills, soft skills, generic skills and attributes):

- коммуникативные умения, включая умение общаться с разными целевыми аудиториями, знание нескольких иностранных языков, межкультурных особенностей общения;

- критическое мышление и способность решать нетривиальные задачи;

- умение работать в команде на любой позиции – от руководителя до исполнителя проекта;

- информационный менеджмент и умение учиться всю жизнь;

- умения предпринимательской деятельности. Способность анализировать ситуацию и определять возможности для принятия

¹ Паспорт подпрограммы 1 “Развитие национального интеллектуального капитала” государственной программы Российской Федерации “Научно-технологическое развитие Российской Федерации”. URL: <http://static.government.ru/media/files/AAVpU2sDAvMQkIHV20ZJZc3MDqcTxt8x.pdf>

тия решений, взвешивать риски, а также оценивать коммерческую ценность инженерных решений, прогнозировать потенциал бизнес-возможностей;

— лидерские качества. Обладание знаниями основных принципов лидерства и способностями применять их во взаимодействии с другими людьми;

— соблюдение этических норм и моральных принципов. Способность соблюдать этические нормы и стандарты в профессиональной деятельности и социальном взаимодействии [5; 8; 9].

Предложения ведущих зарубежных университетов, иллюстрирующие решение данной задачи, включают, например, программы элитного образования и лидерства в MIT [10] и Институте инженерного лидерства Университета Гордона [11], дополнительные тренинги и межфакультетские модули, элективные учебные дисциплины.

Опыт инженерно-технической подготовки в ведущих университетах России

Вопросам практико-ориентированной инженерно-технической подготовки в России уделяется достаточно большое внимание [12; 13]. Среди российских технических университетов мы определили те научно-образовательные учреждения, работа которых высоко оценена в области подготовки и трудоустройства выпускников инженерных специальностей. Выбранные нами для обзора университеты находятся на передовых позициях в рейтинге Forbes по итогам 2018 г.² В методике подсчёта данного рейтинга учитываются статистические данные о трудоустройстве выпускников, их востребованности в регионах, количество предпринимателей среди выпускников. При выборе университетов нами также принимались во внимание данные QS World University Rankings в динамике с 2018 по 2020 гг. (Табл. 1).

² Рейтинг лучших университетов России по версии Forbes. URL: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/378695-universitety-dlya-budushchey-elity-100-luchshih-vuzov-rossii-po-versii>

Показатель «Трудоустройство» рассчитывается как удельный вес выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года, следующего за годом выпуска, в общей численности выпускников образовательной организации, обучавшихся по основным образовательным программам высшего образования. По данным мониторинга³, указанные выше университеты занимают следующие позиции по показателю «Трудоустройство» (Табл. 2).

По данным рейтинга QS World University Rankings EECA Region 2020⁴ (развивающиеся страны Европы и Центральной Азии), рассматриваемые нами университеты по критерию «Репутация среди работодателей» (Employer Reputation) занимают достаточно высокие позиции (Табл. 3). В версии 2020 г. участвовало 350 научно-образовательных организаций, первые 200 мест распределены индивидуально, следующие 150 мест маркированы по группам. Россия представлена в рейтинге 104 университетами.

Отобранные университеты демонстрируют устойчивую динамику в своём развитии, имеют высокие оценки работодателей. Образовательные практики данных университетов могут быть рассмотрены в целях обзора мероприятий, направленных на организацию наиболее эффективной практико-ориентированной подготовки.

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» разработал и реализует первую в России программу в области цифрового производства. Она разработана в рамках всемирной инициативы CDIO. Реализуя технологию

³ Информационная система анализа динамики индикаторов системы высшего и среднего профессионального образования. URL: <http://indicators.miccedu.ru/indicators/>; Министерство образования и науки Российской Федерации. Мониторинг трудоустройства выпускников. URL: <http://vo.guide.edu.ru/registry/#/?year=2015&slice=1&page=12>

⁴ World University Rankings EECA Region 2020. The top 200 universities in EEACE region. URL: <https://www.qs.com>

Таблица 1

Данные рейтинга лучших вузов России 2018 по версии Forbes и рейтинга университетов мира QS (QS World University Rankings) за период с 2018 по 2020 гг.

Table 1

Forbes Top 100 Russian Universities Ranking 2018 and QS World University Rankings 2018–2020

№	Название университета	Рейтинг Forbes 2018		Рейтинг университетов мира QS 2018	Рейтинг университетов мира QS 2019	Рейтинг университетов мира QS 2020
		Итоговый балл	Место из 100 Баллы			
1	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	1	54,11	501-550	= 476	= 451
2	Московский физико-технический институт	3	52,01	= 355	= 312	= 302
3	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	4	51,46	= 373	#=329	#=329
4	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	9	48,59	= 386	= 373	= 387
5	Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана	18	46,03	291	= 299	284
6	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	20	44,74	401-410	404	= 439

Таблица 2

Позиции университетов по показателю «Трудоустройство» в сравнении с пороговыми значениями

Table 2

Universities' positions for "employment" indicator in comparison with threshold requirement

№	Название университета	Значение показателя	Пороговое значение	Изменение относительно прошлого года
1	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	80°	65	—
2	Московский физико-технический институт	55°	65	—
3	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	85°	65	—
4	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	75°	70	—
5	Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана	85°	65	—
6	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	75°	70	—

* Значение показателя рассчитывается на основе данных ФИС «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении» (ФРДО), ФИС ГИА и Приёма и Пенсионного фонда Российской Федерации.

проектно-ориентированного обучения, вуз стремится развивать в студентах умения работать в качестве руководителя или члена команды проекта, выбирать решения и материалы, адекватные поставленной задаче. Одна из сопутствующих задач во время выполнения проекта – сформировать профессиональные связи с представителями предприятий и организаций. В качестве со-

путствующих результатов обучения запланировано осознание обучающимися необходимости ответственного подхода к разработке и применению новых продуктов.

Инженерно-техническая подготовка в университете сопровождается формированием коммуникативных иноязычных умений. Решение данной задачи поддержано авторской программой изучения английского

Рейтинг университетов QS: Развивающаяся Европа и Центральная Азия 2020

Таблица 3

Table 3

QS World University Rankings EECA Region 2020

№	Название университета	Репутация среди работодателей, баллы	2020 рейтинг университетов QS. Развивающаяся Европа и Центральная Азия. Место из 350	2019 рейтинг университетов QS. Развивающаяся Европа и Центральная Азия. Место из 200
1	Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	69,4	45	52
2	Московский физико-технический институт	89,0	11=	16
3	Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	70,7	24	26=
4	Национальный исследовательский Томский политехнический университет	70,2	30	35
5	Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана	99,8	31	36
6	Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	54,9	47	41

языка Touchstone МИСиС. Практико-ориентированный характер обучения реализуется посредством привлечения студентов к выполнению следующих задач:

- участие в подготовке заявок на конкурсы грантов и оформлении научно-технических проектов, отчётов и патентов;
- участие в организации семинаров, конференций;
- написание научных статей⁵.

В рамках практико-ориентированного подхода к обучению студенты также участвуют в производственной и проектно-технологической деятельности.

Московский физико-технический институт реализует систему Learn-by-Doing, совмещающая раннее начало научной деятельности с обучением технологиям научной деятель-

ности, что включает развитие умений письменной и устной научной коммуникации. В качестве примера нужно упомянуть образовательную программу «Вычислительная физика конденсированного состояния и живых систем»⁶. В основу учебной деятельности с первого курса заложена работа над научно-исследовательским проектом и развитие соответствующих умений планирования, реализации научно-исследовательской деятельности, оформления результатов научно-исследовательского поиска. Для каждого студента подбирается задача, которая носит научно-исследовательский, прикладной характер. В рамках действующей «системы Физтеха» подготовка студентов ведётся непосредственно научными работниками базовых институтов. У студентов с первого по третий курс обучения включительно есть возможность получить опыт научно-исследовательской работы в качестве лаборантов в базовых организациях университета. По-

⁵ Официальный сайт НИТУ МИСИС, описание учебной деятельности в рамках образовательных программ. Аннотированная основная профессиональная образовательная программа высшего образования по направлению 03.04.02 Физика, профиль Физика конденсированного состояния. Уровень образования Магистр. URL: https://misis.ru/sveden/files/03_04_02_Fizika_kondensirovannogo_sostoyaniya.pdf

⁶ Образовательная программа ФОПФ «Вычислительная физика конденсированного состояния и живых систем». URL: https://mipt.ru/education/chairs/phys_cond/

сле защиты бакалаврской работы студенты переводятся в стажёры-исследователи.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» предлагает образовательные программы бакалавриата, учебный план которых построен на технологиях компетентностно-ориентированного обучения. Например, обучение в рамках образовательной программы 12.03.01 «Приборостроение» направлено на решение научных, проектных и технологических задач⁷. Производственная и преддипломная практика носит практико-ориентированный характер и выполняется на предприятии РФЯЦ-ВНИИТФ им. академика Е.И. Забахина.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет уже много лет реализует проектно-ориентированное обучение физике. Основной идеей является перевод процесса решения физических задач и выполнения лабораторных работ в курсе физики в проектную деятельность студентов, с последующим развитием учебного проекта во внедренческий [14]. Целью обучения является формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций, в частности компетенций в области проектной и проектно-конструкторской деятельности [15]. Учёными-практиками ТПУ сформулированы основные требования к учебно-методическому и структурно-организационному наполнению обучения физике на основе проектной работы. Посредством внедрения проектно-ориентированного обучения физике алгоритмизированная деятельность студентов трансформируется в творческую самостоятельную деятельность, реализуемую в работе над проблемной ситуацией [15–17]. Задача должна носить мультидисциплинарный характер, т.е. для её решения необходимо ис-

пользовать внутри- и межпредметные связи, знания различных разделов курса физики и других дисциплин. Проектные умения как совокупность систематизированных знаний и умений личности, взглядов и убеждений определяют функциональную готовность к творческому поисковому решению познавательных задач в форме инженерного предпринимательства [15; 16; 18]. Подобная деятельность должна базироваться на проектных умениях и требует от студентов достаточно высокого уровня исследовательских способностей. Это актуально в рамках построения опережающей подготовки инженеров для тех разделов техники, которые ещё только появятся к моменту окончания университета.

Трансформация учебной деятельности способствует созданию дидактических условий для успешного формирования обобщённых проектных умений за счёт проектной реализации учебных задач по физике. Учёными-практиками ТПУ предложены методические приёмы, благодаря которым можно переформулировать физические задачи в поисковые, посредством постановки проблемных вопросов сформулировать гипотезу и последовательно выполнить действия по созданию проектной работы. Проектирование учебного процесса на исследовательской основе позволяет решать задачу интеграции профессиональных и междотраслевых профессионально значимых умений, а также реализовывать междисциплинарный подход к обучению. Данная система способствует повышению эффективности подготовки студентов по физике, поскольку нацелена на развитие у студентов мотивации и инновационного мышления как средства выполнения учебной внедренческой деятельности обучающихся [18].

Среди других образовательных проектов ТПУ кратко укажем на следующие. С 2005 г. реализуется программа элитного инженерного образования (ЭТО). Задачей образовательного проекта является развитие междотраслевых профессионально значимых

⁷ НИЯУ МИФИ. Образовательная деятельность. Образовательная программа «Приборостроение». URL: https://mephi.ru/obrdeyat/obrazovatelnye-programmy/undergraduate_and_specialties/index.php?ELEMENT_ID=99823

умений, в том числе умений работать в команде, навыков информационного поиска, коммуникативных умений, умений работать в референтной системе иностранного языка и др. [19]. В поддержку формирования междотраслевых профессионально значимых компетенций студентов и сотрудников университета в ТПУ разработаны и реализуются авторские программы обучения английскому языку студентов и сотрудников вуза. Цель обучения – обеспечить овладение английским языком как инструментом выполнения учебной и профессиональной деятельности [20].

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана организовал для своих студентов Школу проектного лидера. В числе её задач – развитие умений управления проектами, навыков эффективной устной коммуникации⁸. Особенности реализации образовательных программ являются специализированные траектории по изучению учебных дисциплин «Математический анализ», «Теоретическая механика», «Английский язык» и др. для студентов различных специальностей. Например, программа подготовки бакалавров 16.03.01 «Техническая физика» предполагает участие студентов в реальных научных исследованиях, работу в научно-образовательных центрах университета, прохождения практик в лабораториях вуза и институтах РАН (Физический институт им. П.Н. Лебедева, Объединённый институт высоких температур, НИЦ «Курчатовский институт» и др.). Введено понятие «контролируемая самостоятельная работа студентов» (КСРС) [21] с целью создания условий для независимого поиска информации при подготовке домашних заданий, выработки эталонов оценивания получаемой информации, формирования потребности в непрерывном образовании. КСРС как методический при-

ём интегрирована в большинство программ подготовки инженеров.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого проводит ежегодный мониторинг и анализ требований и ожиданий работодателей по отношению к выпускникам университета. Результаты используются для совершенствования учебных планов инженерных программ. Так, помимо общих и специальных знаний, ожидания работодателей включают наличие у выпускников дополнительных профессиональных умений и компетенций, в том числе владения специальными программами, умений пользоваться ресурсами Интернета, знания иностранных языков, способности работать в коллективе, эффективно презентовать себя и результаты своего труда. Базовые кафедры, созданные на предприятиях, в компаниях и организациях в целях укрепления профессиональных связей с представителями промышленности, призваны обеспечить условия для формирования указанных выше умений и компетенций, приобретения студентами опыта реальной деятельности на будущем рабочем месте.

В СПбПУ действуют центр управленческих компетенций, центр компетенций. В задачи последнего входит развитие междисциплинарных компетенций для учёных и инженеров университета. В 2019 г. запущен онлайн-курс «Технологии фабрик будущего». Цель курса – формирование у слушателей системы знаний в области бизнес-моделей, бизнес-процессов и технологий в высокотехнологичных отраслях промышленности⁹.

Заключение

В ответ на стремительное развитие науки, технологии, экономики существенно меняется характер подготовки выпускников инженерно-технических специальностей.

⁸ Цели и задачи школы проектного лидера МГТУ им. Н.Э.Баумана. URL: <http://studsovet.bmstu.ru/projects/schools/shpl/>

⁹ Платформа «Открытое образование». Курс «Технологии «Фабрик будущего»». URL: <https://openedu.ru/course/spbstu/FUTFACT/>

Работодатели требуют за короткий срок подготовить инженеров с постоянно обновляемыми профессиональными умениями и компетенциями, способных к принятию нестандартных решений и ответственности за такие решения; инженеров, которые, придя на производство, уже будут иметь опыт работы и представление о специфике своего рабочего места. Оснащение выпускников инженерно-технических специальностей межотраслевыми профессионально значимыми умениями позволит им в своей будущей профессиональной деятельности своевременно обогащать и совершенствовать набор своих профессиональных умений и компетенций.

Подготовка высококвалифицированных инженеров требует новых подходов к практико-ориентированной организации инженерно-технической подготовки в университетах и, соответственно, новых образовательных технологий, новых форматов учебной деятельности, новых компетенций научно-педагогических работников, создания новой инфраструктуры обучения, колоссальных инвестиций в учебный процесс, его учебно-методическое и материально-техническое обеспечение.

Обзор образовательных практик ведущих российских университетов показывает, что их сильной стороной является система мероприятий, направленная на укрепление связей с промышленностью. Между тем надо сказать, что в настоящее время переподготовка научно-педагогических работников университета развита недостаточно. Отметим и существенный пробел в разработке электронных образовательных комплексных продуктов, основной функцией которых является не замена аудиторного времени на онлайн-обучение, а обеспечение студентов высококачественными тренажёрами для дальнейшего совершенствования профессиональных и межотраслевых профессионально значимых умений и компетенций. Как следствие, открытой остаётся ниша разработки концепции самостоятельной

онлайн-работы нового формата и её учебно-методического обеспечения.

Эффективное формирование и реализация системного подхода к организации практико-ориентированного обучения в рамках инженерно-технической подготовки студентов в университетах России во многом зависят от степени заинтересованности всех участников образовательного процесса – представителей промышленности, научного сектора экономики, университета, властей – в опережающей подготовке будущих инженеров.

Литература

1. *Baker N.* Evolution of Higher Education in Russia. QS Official Webpage. URL: <https://www.qs.com/the-evolution-of-higher-education-in-russia/>
2. The QS Emerging Europe and Central Asia University Rankings 2020: What You Need to Know. URL: <https://www.qs.com/emerging-europe-central-asia-university-rankings-2020/>
3. QS Applicant Voices. QS survey. Higher Education Reports – QS – QS Quacquarelli Symonds. 2018.
4. *Rewani, R., Anam, A.M.* A Comparative Review on Generic Attributes in Engineering Education of Different Country // Proceedings of the joint 8th IFEE2017 and 3rd TSDIC 2017 Conferences. Sharjah, United Arab Emirates, 2017, April 18-20.
5. National Academy of Engineering. Understanding the Educational and Career Pathways of Engineers. Washington, DC: The National Academies Press, 2018.
6. *Jones S.M., Dermoudy J., Hannan G., et al.* (2007). Designing and Mapping a Generic Attributes Curriculum for Science Undergraduate Students: A Faculty-wide Collaborative Project. *UniServe Science Teaching and Learning Research Proceedings*. 2007. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/33314124.pdf>
7. *Shukla O.P., Suresh G.* Skills Requirements for Engineering Graduates: Industry Perspective // IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM). 2016. Vol. 18. Issue 10. Ver. IV.
8. *Duval-Couetil N., Wheadon J.* The value of entrepreneurship to recent engineering graduates: A qualitative perspective // Proceedings of the

- IEEE Frontiers in Education Conference. 2013. October 23–26, Oklahoma City.
9. *Cappelli P.* Skill Gaps, Skill Shortages and Skill Mismatches: Evidence for the US // *Industrial and Labor Relations Review*. Vol. 68. P. 251–290. DOI: 10.1177/0019793914564961
 10. *Graham R.* The global state of the art in engineering education. MIT School of Engineering. March. 2018. URL: http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/MIT_NEET_GlobalStateEngineeringEducation2018.pdf
 11. *Pitts S., Silevitch M.* The Gordon Institute of Engineering Leadership. The NAE Bernard M. Gordon Prize 2015 Lecture. October 2015. URL: <https://www.nae.edu/File.aspx?id=146865&v=cd12cc95>
 12. *Chubchaln A.I.* The CDIO-FCDI-FFCD Rubrics for Evaluation of Three-Cycle Engineering Programs. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2019. Vol. 28. No. 10. P. 58–72.
 13. *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.
 14. *Ларионов В.В., Лидер А.М.* Самостоятельная работа студентов технического университета (опыт ТПУ) // *Высшее образование в России*. 2014. № 8–9. С. 122–126.
 15. *Пак В.В., Мельникова Т.Н., Сотифиади Г.Н.* Использование учебных задач по физике с целью формирования обобщённых проектных умений // *Современные наукоёмкие технологии*. 2016. № 6 (часть 1).
 16. *Ларионов В.В., Лидер А.М., Лисичко Е.В.* Непрерывный образовательный процесс на основе проектно-ориентированного обучения // *Высшее образование в России*. 2011. № 4. С. 99–103.
 17. *Пак В.В., Ларионов В.В.* Формирование проектных умений бакалавров в процессе обучения физике: учеб. пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2018. 129 с.
 18. *Ларионов В.В., Пак В.В.* Как готовить будущего инженера внедренческого типа на занятиях по физике // *Вестник Томского государственного педагогического университета*. 2015. № 5 (158). С. 224–228.
 19. *Серебрякова Е.Н., Данейкин Ю.В., Соловьев М.А., Абрашкина И.А.* Система элитного инженерного образования – пути развития профессиональных и личностных компетенций // *Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана*. 2016. № 7. С. 336–344.
 20. *Slesarenko I., Page M., Francuzskaia E., Golubeva V.* The Implementation of International Educational Programmes as Condition for Developing Polycultural Educational Background // *Proceedings 8th International Conference on Education and New Learning Technologies. IATED*. 2016. Pp. 1450–1454.
 21. *Двуличанская Н.Н.* Реализация контролируемой самостоятельной работы студентов в техническом вузе // *Гуманитарный вестник*. 2015. Вып. 4. С. 1–8.

Благодарности. Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Статья поступила в редакцию 06.12.19

После доработки 29.02.20

Принята к публикации 12.03.20

Priority Goals and Organization of Engineering Training at Russian Universities

Andrey M. Lider – Cand. Sci. (Engineering), Prof., e-mail: lider@tpu.ru

Inga V. Slesarenko – Cand. Sci. (Education), Assoc. Prof., e-mail: slessare@tpu.ru

Mikhail A. Solovyev – Cand. Sci. (Engineering), Assoc. Prof., e-mail: solo@tpu.ru

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Address: 30, Lenin Avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation

Abstract. The present paper analyzes and discusses of the best practices offered by the Russian universities in the field of organization of practice-based training in engineering specializations. Based on the integrated approach to forming professional competences and generic skills in university engineering graduates, the professional portfolio of a university engineering graduate is viewed as the three in

one set of competences including those in research, engineering and development entrepreneurship. Based on the review of documentation, reports, information databases, including the analysis of the statistical findings, the authors discuss the main global trends in the development of engineering education and training and offer the solutions to tackle the priority objectives in organizational field of university performance, teaching and learning processes organization and teaching aids development. The article discusses the educational practices of the six leading Russian engineering universities from the standpoint of the implemented teaching and learning formats, correspondent teaching aids development and the organizational solutions. The authors dwell on the example of Tomsk polytechnic university (TPU) in providing practice-based training to university students in physics, the critical organizational solutions in teaching and learning as well as approaches to teaching aids development that enable to shape the professional portfolio of a future engineer from the viewpoint of professional competences and generic skills enhancement. The discussed TPU experience in the field of practice-based training in physics is realized in compliance with the complex, integrative approach to forming the trinity of research, engineering, and entrepreneurship competences in a university engineering graduate. The designed system of practice-based engineering training implemented at TPU can be successfully extrapolated to the bachelor, master and PhD degree training of engineering students.

Keywords: engineering training, professional competences, professional portfolio, generic skills, practice-based training, project-based training

Cite as: Lider, A.M., Slesarenko, I.V., Solovyev, M.A. (2020). Priority Goals and Organization of Engineering Training at Russian Universities. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 4, pp. 73-84. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-73-84>

References

1. Baker, N. Evolution of Higher Education in Russia. QS Official webpage. Available at: <https://www.qs.com/the-evolution-of-higher-education-in-russia/>
2. The QS Emerging Europe and Central Asia University Rankings 2020: What You Need to Know. Available at: <https://www.qs.com/emerging-europe-central-asia-university-rankings-2020/>
3. QS Applicant Voices 2018. QS Survey. Higher Education Reports – QS – QS Quacquarelli Symonds.
4. Rewani, R., Anam, M.A. (2017). A Comparative Review on Generic Attributes in Engineering Education of Different Country. In: *Proceedings of the joint 8th IFEE2017 and 3rd TSDIC 2017 Conferences*. Shariah, United Arab Emirates, April 18-20, 2017.
5. National Academy of Engineering. (2018). Understanding the Educational and Career Pathways of Engineers. Washington, DC: The National Academies Press.
6. Jones, S.M., Dermoudy, J., Hannan, G., et al. (2007). Designing and Mapping a Generic Attributes Curriculum for Science Undergraduate Students: A Faculty-wide Collaborative Project. *Uni-Serve Science Teaching and Learning Research Proceedings*. 2007. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/33314124.pdf>
7. Shukla, O.P., Suresh, G. (2016). Skills Requirements for Engineering Graduates: Industry Perspective. *IOSR Journal of Business and Management (IOSR-JBM)*. Vol. 18, issue 10. Ver. IV.
8. Duval-Couetil, N., Wheadon, J. (2013). The Value of Entrepreneurship to Recent Engineering Graduates: A Qualitative Perspective. In: *Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference*, October 23–26, Oklahoma City.
9. Cappelli, P. (2014). Skill Gaps, Skill Shortages and Skill Mismatches: Evidence for the US. *Industrial and Labor Relations Review*. Vol. 68, pp. 251-290. DOI: 10.1177/0019793914564961

10. Graham, R. (2018). The Global State of the Art in Engineering Education. March. 2018. MIT School of Engineering. Available at: http://neet.mit.edu/wp-content/uploads/2018/03/MIT_NEET_GlobalStateEngineeringEducation2018.pdf
11. Pitts, S., Silevitch M. (2015). The Gordon Institute of Engineering Leadership. The NAE Bernard M. Gordon Prize 2015 Lecture. Available at: <https://www.nae.edu/File.aspx?id=146865&v=cd12cc95>
12. Chuchalin, A.I. (2019). The CDIO-FCDI-FFCD Rubrics for Evaluation of Three-Cycle Engineering Programs. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 28, no. 10, pp. 58-72. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-10-58-72>
13. Pokholkov, Yu.P. (2012). [National Doctrine of Advanced Engineering Education in Russia in New Industrialization: Approaches, Goals, Principles]. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. No. 10, pp. 50-65. (In Russ.)
14. Larionov, V.V., Lider, A.M. (2014). Organization of Self-Instruction Work for Students of Technical University in the System of Basic Science Studies. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 8-9, pp. 122-126. (In Russ., abstract in Eng.)
15. Pak, V.V., Melnikova, T.N., Sotiriadi, G.N. (2016). [Using Training Tasks in Physics to Form Generalised Project Skills]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii* [Modern Research Intensive Technologies]. No. 6 (part 1). (In Russ.)
16. Larionov, V.V., Lider, A.M., Lisichko, E.V. (2011). Continuous Learning Process in Project-Oriented Learning. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 4, pp. 99-103. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Pak, V.V., Larionov, V.V. (2018). *Formirovanie proektnykh umeniy bakalavrov v protsesse obucheniya fizike: uchebnoe posobie* [Forming Project Skills of Bachelors in Teaching Physics: textbook]. Tomsk: TPU Publishing House, 129 p. (In Russ.)
18. Pak, V.V., Larionov, V.V. (2015). How to Prepare a Future Engineer of Innovative Type in the Classes of Physics. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta = Tomsk State Pedagogical University Bulletin*. No. 5 (158), pp. 224-228. (In Russ.)
19. Serebryakova, E.N., Daneikin, Yu.V., Solovyev, M.A., Abrashkina, I.A. (2016). System of Elite Engineering Education – The Development Pathways for Professional and Personal Competences. *Nauka i obrazovanie: nauchnoe izdanie MGTU im. N.E. Bauman = Science and Education. Bauman Moscow State Technical University*. No. 7, pp. 336-344. (In Russ.)
20. Slesarenko, I., Page, M., Frantczuskaia, E., Golubeva, V. (2016). The Implementation of International Educational Programmes as Condition for Developing Polycultural Educational Background. In: *Proceedings 8th International Conference on Education and New Learning Technologies*. IATED, pp. 1450-1454
21. Dvulichanskaya, N.N. (2015). Implementation of Self-controlled Students' Work at Higher Technical School. *Gumanitarnyi vestnik = Humanities Bulletin of BMSTU*. Vol. 4, pp. 1-8. (In Russ., abstract in Eng.)

Acknowledgments. This work was carried out within the framework of the Competitiveness Enhancement Program of National Research Tomsk Polytechnic University.

*The paper was submitted 06.12.19
Received after reworking 29.02.20
Accepted for publication 12.03.20*