

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-105-118>

Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью

Казаков Юрий Михайлович – д-р техн. наук, доцент, ректор, kazakov@kstu.ru

Башкирцева Наталья Юрьевна – д-р техн. наук, проф., декан факультета нефти и нефтехимии, зав. кафедрой химической технологии переработки нефти и газа, bashkircevan@bk.ru

Журавлева Марина Васильевна – д-р пед. наук, доцент, начальник центра социальной работы, guravleva0866@mail.ru

Ежкова Галина Олеговна – д-р биол. наук, проф., начальник учебно-методического управления, зав. кафедрой технологии мясных и молочных продуктов, egkova@kstu.ru

Сироткин Александр Семенович – д-р техн. наук, проф., декан факультета пищевых технологий, зав. кафедрой промышленной биотехнологии, asirotkin66@gmail.com

Эбель Анна Оттовна – канд. хим. наук, начальник управления международной деятельности, annaebel@mail.ru

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

***Аннотация.** Развитие процессов глобализации требует обеспечения научно-технологического лидерства национальных экономик. В решении поставленной цели особую роль призваны сыграть университеты, способные обеспечить конкурентоспособность инженерного образования. В числе основных показателей академического лидерства выделяют: обеспечение мирового уровня содержания подготовки; повышение академической мобильности; рост востребованности и эффективности магистратуры и аспирантуры; увеличение количества сетевых образовательных программ; увеличение числа конкурентных учебных курсов, преподаваемых в онлайн-формате; развитие системы целевого обучения. Ключевым условием повышения конкурентоспособности инженерного образования является усиление его интеграции с наукой и промышленным сектором. На этом пути появляется возможность решения комплекса задач по разработке содержания образования, организации и управлению образовательным процессом. Эффективность их решения определяется составом стейкхолдеров, участвующих в совместной деятельности. Проведённый анализ свидетельствует о тенденциях расширения их партнёрского состава, включая активизацию международного сотрудничества. Это способствует развитию различных форматов педагогического взаимодействия для совершенствования подготовки инженеров. В число наиболее развитых интегрированных форм подготовки входят сетевые образовательные программы. Отличительной особенностью их реализации является рост числа участников партнёрства, среди которых вузы (как правило, не один), отраслевые институты, предприятия (более одного). Сетевой формат остаётся перспективным и в организации практик студентов. Базовые кафедры, созданные на предприятиях, выступают основным инструментом целевого обучения. С развитием системы профессиональных стандартов возросла роль интеграции вузов с предприятиями в организации и проведении процедур оценки квалификаций кадров. Необходимость решения задачи повышения глобальной конкурентоспособности образования усиливает потребность в развитии интеграции вузов с академической наукой в форме*

научно-образовательных центров, с зарубежными вузами, предприятиями и высокотехнологичным бизнесом.

Ключевые слова: конкурентное инженерное образование, интеграционные процессы, интернационализация инженерного образования, сетевые образовательные программы, система профессиональных стандартов

Для цитирования: Казаков Ю.М., Баширцева Н.Ю., Журавлева М.В., Ежкова Г.О., Сироткин А.С., Эбель А.О. Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 12. С. 105-118. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-105-118>

Конкурентное инженерное образование для научно-технологического лидерства страны

В условиях глобализации и всё более глубокой интеграции России в мирохозяйственные связи, роста открытости экономики и перехода экономики страны на инновационный путь развития требуется сохранение и увеличение устойчивых темпов экономического роста в среднесрочной и долгосрочной перспективах. Основа успешного позиционирования страны, регионов, отраслей лежит в постоянном инновационном обновлении, направленном на достижение максимальной производительности и конкурентоспособности [1; 2]. В развитых странах, по существующим оценкам, инновации становятся обязательным условием и основным двигателем развития всех секторов промышленности и сферы услуг: от 50% до 90% роста ВВП определяется технологическим прогрессом и инновациями.

Несмотря на значительные инвестиции в образование, науку и инновации, предпринятые в последние годы, Россия, к сожалению, заметно отстаёт от мировых лидеров по основным показателям, определяющим уровень научно-технологического развития. Для обеспечения конкурентоспособности национальной экономики государству как инициатору и гаранту выполнения достигнутых договорённостей в долгосрочном периоде необходимо организовать процесс формирования согласованного видения технологического будущего России у всех участников этого процесса: государства,

бизнеса, науки, гражданского общества – и совместными усилиями реализовать поставленные цели [3].

Для формирования эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышения восприимчивости экономики и общества к инновациям, развития наукоёмкого бизнеса нужно формировать и развивать сеть опорных центров, обеспечивающих реализацию приоритетов научно-технологического развития. В решении поставленной цели особую роль призваны сыграть университеты, способные обеспечить конкурентоспособность инженерного образования для научно-технологического лидерства России. Особое внимание следует уделить:

- качеству подготовки абитуриентов;
- обеспечению мирового уровня содержания подготовки на всех уровнях высшего образования;
- стимулированию академической мобильности студентов в вузах, входящих в топ-500 глобальных институциональных рейтингов ARWU, QS или THE или в топ-200 предметных (отраслевых) рейтингов ARWU, QS или THE, или российских научных организаций, отнесённых к 1-й или 2-й категории;
- обеспечению востребованности и эффективности магистратуры и аспирантуры;
- реализации образовательных программ высшего образования в сетевой форме с членами консорциумов;
- разработке конкурентных учебных курсов и программ, преподаваемых в онлайн-формате;

- стимулированию международной аккредитации образовательных программ высшего образования и увеличению числа обучающихся по этим программам;

- развитию подготовок по договорам о целевом обучении по образовательным программам высшего образования.

Казанский национальный исследовательский технологический университет (КНИТУ) является одним из передовых инженерных вузов Республики Татарстан, Поволжья и России: он занимает третье место в Приволжском федеральном округе, 14-е место среди научно-исследовательских университетов России, 26-е место среди вузов России по направлению «Инженерное дело, технологии и технические науки». Преимуществами университета по сравнению с другими профильными вузами при формировании рейтинга университетов по параметру «Образование» являются: спектр реализуемых образовательных программ массовой подготовки кадров высокой квалификации на уровнях бакалавриата и специалитета, качество абитуриен-

тов, научно-методическая работа преподавателей, стоимость образовательных услуг, организация практики обучающихся, работа со школами и школьниками. КНИТУ готов реализовывать практико-ориентированные образовательные программы высшего образования под заказ бизнес-партнёров и промышленных предприятий, целенаправленно готовить студентов к жизни и труду в информационно насыщенной среде, требующей от людей повышенной ответственности, более широкой и вместе с тем более гибкой общеобразовательной базы, подлежащей непрерывному обогащению и развитию, сочетать подготовку нового поколения к будущему с содержательной и полнокровной сегодняшней жизнедеятельностью обучающихся.

Интеграция образования с наукой и промышленностью: развитие системы партнёрства

Ключевым условием повышения конкурентоспособности инженерного образования является усиление его интеграции с



наукой и промышленным сектором [4–6]. Основные цели развития интеграционных процессов состоят в обеспечении соответствия уровня подготовки кадров требованиям индустриальных заказчиков, определяемых необходимостью создания новых, конкурентоспособных для глобального рынка технологий и продуктов, повышения производительности труда, развития цифровизации производств, обеспечения энерго- и ресурсоэффективности и снижения себестоимости выпускаемой продукции [7]. В достижении поставленных целей интеграция образования с наукой и промышленностью позволяет решать следующие задачи:

- выработка единой стратегии подготовки кадров;
- создание единого образовательного пространства, характеризующегося инновационностью, национальной и международной открытостью;
- реализация совместных фундаментальных и прикладных задач, научных проектов в сфере промышленного производства;
- развитие организационно-экономических механизмов подготовки квалифицированных кадров;
- эффективное использование материально-технической базы;
- формирование более тесных связей университетов с экономикой регионов;
- использование в оценке деятельности университетов ключевых показателей результативности, связанных с активностью научных и промышленных партнёров;
- повышение междисциплинарности образовательных программ обучения студентов;
- содействие созданию инновационных предприятий научными организациями и организациями профессионального образования;
- взаимное повышение квалификации преподавателей и сотрудников партнёров по интеграции.

Полнота решения задач и, соответственно, получаемые вузами преимущества во многом определяются составом партнёров,

участвующих в совместной деятельности. Проведённый анализ свидетельствует о тенденциях расширения партнёрского состава. Это способствует развитию различных форматов взаимодействия для совершенствования образовательного процесса по:

- содержанию (соответствие содержания подготовки передовым научным достижениям и технологическим разработкам);
- организации и управлению (повышение эффективности и цифровизация обучения);
- участию в процессах глобализации (международное признание квалификации выпускников, глобальная конкурентоспособность);
- оценке результативности (трудоустройство выпускников).

КНИТУ использует возможности интеграции и развивает систему взаимодействия с партнёрами. Нарастающая потребность в этом связана с подготовкой специалистов по 110 направлениям подготовки и специальностям высшего образования, в том числе по приоритетным направлениям научно-технологического развития России. Качество и конкурентоспособность образования обеспечивается взаимодействием более чем с 1000 индустриальных и научных партнёров, являющихся ведущими профильными предприятиями и институтами России. Среди них: ПАО «Газпром», ПАО «СИБУР», ПАО «ЛУКОЙЛ», ПАО «Татнефть», ОАО «Чебоксарское производственное объединение имени В.И. Чапаева», ПАО «Казанский вертолётный завод», ОАО «Казанькомпрессормаш», ГАУЗ «МКДЦ», ОАО «ФНПЦ “Научно-исследовательский институт прикладной химии”» и др.¹ Обеспечению мирового уровня подготовки специалистов способствуют научное и образовательное сотрудничество с зарубежными образовательными, научными учреждениями и промышленными пред-

¹ Итоги деятельности университета в 2019/2020 учебном году. URL: <https://www.kstu.ru/servlet/cotentblob?id=336714>

приятными и бизнес-организациями из Германии, Дании, Китая, Японии и др. Оценка качества образования является составной частью процесса профессиональной подготовки, её осуществление определяет актуальную обратную связь с работодателями. Поэтому проведение оценивающих процедур по максимально возможному количеству критериев обеспечивает получение наиболее достоверных сведений. К этому процессу, помимо работодателей, привлекаются специализированные агентства, профильные сообщества и ассоциации национального и международного уровней. Стабильными партнёрами в этой деятельности являются ЧУ «Газпром ЦНИС», Национальная Ассоциация телекоммуникационных компаний (региональное отраслевое объединение работодателей «Регулирование качества инфокоммуникаций»), Союз «СтройСвязьТелеком», ассоциация по сертификации «Русский Регистр».

Международное сотрудничество вуза как условие повышения глобальной конкурентоспособности инженерного образования

Интернационализация инженерного образования, как один из важнейших инструментов повышения глобальной конкурентоспособности, является сложным, противоречивым, многоуровневым поэтапным процессом, пронизывающим все сферы жизнедеятельности университета, включая образование, науку, проектную деятельность и социальную сферу. Цель его заключается в подготовке конкурентоспособных на международном рынке труда и услуг специалистов через организацию образовательной, исследовательской, предпринимательской и административной деятельности университета на основе общечеловеческих ценностей и общемировых стандартов [8–12].

Стратегия интернационализации КНИТУ выражается в интеграции в международные институциональные сети и ассоциации и в настоящем насчитывает более 120 партнёров

из 30 стран. Одним из ключевых показателей глобальной привлекательности вуза является количество иностранных студентов. КНИТУ, являясь членом Консорциума вузов-экспортёров образования, созданного в рамках приоритетного проекта «Экспорт образования», занимает одну из лидирующих позиций в Татарстане, обучая более 2600 иностранных студентов из 52 стран мира (15,7% от общего контингента).

Для подготовки инженерных кадров, способных обеспечивать опережающее развитие, осуществлять исследования мирового уровня и работать по зарубежным технологиям и на соответствующем оборудовании, требуется формирование международных компетенций и навыков как выпускников, так и преподавателей. С этой целью университет активно привлекает учёных из ведущих организаций мира (Оксфордский университет (Великобритания), Университет Пердью, Университет Лихая (США), химический кластер в земле Северный Рейн-Вестфалия (Германия), Академия наук Азербайджана и т.д.) для ведения занятий в университете, в том числе на программах, реализующихся на двуязычной основе.

Индивидуальные образовательные траектории студентов включают возможность получения международного академического опыта в рамках обучения по обменным и совместным с зарубежными партнёрами программам (Юго-западный нефтяной университет, Пекинский университет химической технологии (Китай), Островский технический университет, Университет Яна Евангелиста Пуркине (Чехия), Университет Прикладных наук г. Мерзебурга (Германия), Софийский университет химической технологии и металлургии (Болгария)).

Молодые специалисты университета ежегодно проходят обучение и стажировки в ведущих университетах Европы в рамках различных грантовых программ. В их числе: Университеты Монпелье, Бургундии, Гренобль Альпы, Экс-Марсель (Франция); Технические университеты Дрездена, Мюнхе-

на, Ахена; университеты Падеборна, имени Мартина Лютера (Германия); Лиссабонский университет (Португалия); Университет Карнеги-Меллон (США), Университет Калгари (Канада) и др. Ряд стажировок проводится при стипендиальной поддержке зарубежных промышленных предприятий.

Существенный вклад в интеграцию в мировое научно-образовательное пространство вносит участие университета в программах Европейского Союза ERASMUS+. Благодаря реализации проектов Capacity Building «ENTER», «MODEST», Jean Monnet Modules удалось внедрить лучшие европейские практики при подготовке преподавателей инженерных вузов, создании центров докторского образования, предпринимательской среды в вузе, при разработке оригинальных образовательных модулей.

Повышению степени интернационализации инженерного образования, укреплению профессиональных связей способствует активная деятельность университетов в составе консорциумов, ассоциаций и профессиональных сообществ. Деятельное участие КНИТУ в работе Европейской сетевой ассоциации по химии (ECTNA), Международного общества по инженерной педагогике (IGIP), Евроазиатско-тихоокеанской объединённой сети университетов (EURASIA-PACIFIC UNINET), Евразийской ассоциации университетов (EAU), Ассоциации центра инноваций и технологий земли Северный Рейн-Вестфалия (ZENIT) и др. позволило университету получить международную лицензию на право подготовки европейских преподавателей инженерного вуза, аккредитовать образовательные программы в соответствии с требованиями к качеству химического образования в Европейском Союзе, получить лицензию на деятельность единственного в России Международного центра многоуровневого тестирования по химии EChemTest, существенно активизировать мобильность студентов и преподавателей.

КНИТУ имеет опыт успешного сотрудничества с зарубежными промышленными компаниями по различным направлениям: организация повышения квалификации для сотрудников (госкорпорация Norinco (КНР), специализирующаяся на производстве и экспорте оборонной продукции), целевая подготовка инженерных кадров (госконцерн «Туркменхимия»), выполнение НИОКР (Хальдор Топсе – ведущая датская компания в области производства катализаторов и проектирования технологических установок на основе каталитических процессов), инженеринговые проекты, выполняемые проектным институтом университета «Союзхим-промпроект» (американская компания Air Products, осуществляющая на территории Республики Узбекистан строительство воздухоразделительной установки).

Развитие существующих и расширение сети структурных подразделений КНИТУ (филиалов, представительств) за рубежом также является эффективным инструментом интернационализации университета, повышающим привлекательность российского образования, эффективность международного сотрудничества, а также содействующим увеличению экспорта образовательных услуг. КНИТУ имеет сеть своих подразделений за рубежом: филиал в г. Кант (Кыргызстан), представительство в СРВ (г. Вьётчи), представительство в Казахстане (г. Костанай), ведутся переговоры по открытию представительства в Узбекистане и Туркменистане.

Развитие интегрированных форматов инженерной подготовки

Наиболее развивающейся интегрированной формой подготовки инженеров являются сетевые образовательные программы [13; 14]. Это обусловлено рядом их достоинств, такими как междисциплинарное обучение, образование на стыке наук, возможность реализации комплексных инженерных проектов [15]. Реальность и перспективы утверждения ФГОС 3++ по инженерным на-

правлениям подготовки требуют разработки и организации образовательного процесса с учётом профессиональных стандартов, перечень компетенций в которых носит преимущественно междисциплинарный и комплексный характер. Сетевые программы, спроектированные по модульному принципу двумя и более университетами, обеспечивают реализацию инновационного подхода к развитию компетенций будущих инженеров, в том числе для разных отраслей промышленности. В рамках реализации приоритетных направлений НТИ КНИТУ совместно с национальным исследовательским технологическим университетом «МИСиС» разработана, реализуется и тиражируется междисциплинарная программа магистратуры «Материаловедение и технологии smart-материалов» по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов». Модули программы разработаны вузами в соответствии с профилем их образовательной деятельности (материалы и технологии). Это обеспечило высокий уровень междисциплинарного содержания и востребованность реализации в инженерных вузах других профилей подготовки. Первым партнёром при её реализации в сетевой форме стал Казанский национальный исследовательский технический университет (КНИТУ-КАИ). В соответствии с условиями договора студенты КНИТУ-КАИ, ежегодно могут осваивать любой образовательный модуль программы, например, «Современные надмолекулярно-организованные smart-материалы».

Сетевые образовательные программы развиваются как эффективный инструмент целевой подготовки инженерных кадров. Учитывая многопрофильность и специфичность задач, решаемых в целевом обучении, в реализации таких программ прослеживается тенденция совместного участия нескольких вузов и предприятий. Это характерно при подготовке кадров для крупных предприятий, имеющих производства на разных объектах. Так, в программе подготовки инженеров для ПАО «СИБУР» при-

нимают участие три вуза: КНИТУ, Томский государственный университет, Тюменский индустриальный университет, а также два предприятия ПАО «СИБУР Холдинг»: ООО «СИБУР Тобольск» (г. Тобольск) и ООО «Томскнефтехим» (г. Томск). Сетевая организация образовательного процесса позволяет комплексно решать задачи теоретической и практической подготовки.

Реализация сетевых образовательных программ в формате «университет – отраслевой институт – предприятие» обеспечивает формирование готовности выпускников к осуществлению комплексных инженерных проектов. В образовательном процессе задача университета заключается в проведении базовой подготовки, отраслевой институт обеспечивает развитие специальных компетенций, предприятие определяет задачи и обеспечивает технологическую базу проекта. В КНИТУ реализуется сетевая программа проектной магистратуры «Проектирование инновационных технологий нефтехимического синтеза», в которой формирование у магистров компетенций 3D-проектирования происходит в партнёрстве с ПИ «Союзхимпромпроект», тематику и проектную площадку обеспечивают предприятия нефтегазохимического комплекса Республики Татарстан.

Дополнительным преимуществом программы является создание условий для развития цифровых компетенций в сфере проектирования, технологии и управления производством, поскольку проектирование осуществляется на основе информационных технологий и новейших моделирующих программ, которые используются в проектном институте. Развитию компетентности будущих инженеров в сфере цифровизации процессов способствует интеграция со специализированными компаниями – IT-лидерами. Лаборатории компаний «Йокогава», «Эмерсон», созданные на базе вуза, выступают площадками по изучению современных КИП и А, систем управления, применяемых на реальных производствах нефтегазового

комплекса, а также используются для проведения научных исследований.

Сетевой формат остаётся перспективным и в организации практик студентов. Учебный план подготовки выпускника инженерного вуза предполагает достаточно строгую определённую базовую часть и индивидуализированную вариативную составляющую с учётом профилизации студента. Организация сетевой учебной практики бакалавров обеспечивает вариативность практической подготовки. Для направления 19.03.01 – «Биотехнология» предложено и апробировано проведение экскурсионно-практических занятий на базе нескольких объектов практики – предприятий и научно-исследовательских институтов. Предложенный алгоритм обеспечивает студентам: получение специальных знаний в своей области за пределами аудиторий и лабораторий университета, знакомство с потенциальными работодателями, возможность первичного самоопределения в производственной и/или научной профессиональной деятельности. В 2019 г. студенты практиковались в филиале ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр» по Республике Татарстан, ООО «Казанский молочный комбинат» группы компаний «КОМОС», в Казанском институте биохимии и биофизики (КИББ) Казанского научного центра РАН (лаборатория физиологии и генетики культивирования клеток), лаборатории инженерных проблем биотехнологии КНИТУ. Формат «карусельной» практики даёт представление о возможном спектре дальнейшей деятельности: от работы на крупнотоннажных и малых предприятиях промышленности до исследовательской деятельности в научных институтах на современном оборудовании по новейшим методикам с использованием актуальных исследовательских подходов [16].

В рамках развития интеграционных процессов продолжает развиваться сеть базовых кафедр на предприятиях и в научных организациях. Однако существующие зако-

нодательные ограничения по переводу аудиторных занятий на базовые кафедры, связанные с необходимостью лицензирования образовательной деятельности профильного предприятия (организаций), не позволяют в полной мере использовать их потенциал в профессиональной подготовке инженеров. Поэтому базовые кафедры вуза включаются в основном только в реализацию всех видов практик (учебная, производственная, в том числе преддипломная) и научно-исследовательской работы студентов. В условиях необходимости развития цифровых компетенций у будущих инженеров особенно актуальна организация обучения на тренажёрах, которыми располагают предприятия [17]. В сложившейся ситуации эта возможность ограничивается сроками практики. Базовые кафедры КНИТУ организованы на 37 предприятиях и в организациях, и их потенциал в основном используется в организации целевого обучения.

В настоящее время наблюдается высокая активность в развитии системы профессиональных стандартов: происходит актуализация действующих стандартов, идёт интенсивная разработка новых профессиональных стандартов для различных видов деятельности, в том числе самых современных [18]. Выстраивание кадровой политики в соответствии с утверждёнными профессиональными стандартами требует проведения независимой оценки квалификаций работников предприятий в Центрах оценки компетенций (ЦОК). Проведение оценочных процедур способствует развитию кадрового состава организаций, повышению конкурентоспособности соискателей и работников на рынке труда [19], а также обеспечивает гарантии соответствия подтверждённых квалификаций действующим требованиям профессиональных стандартов. С целью организации независимой оценки на базе инженерных вузов создаются экзаменационные центры (ЭЦ), потенциал которых используется промышленными предприятиями, а также самими

вузами для оценивания обучающихся и выпускников. В КНИТУ функционируют два экзаменационных центра: ЭЦ оценки квалификаций в наноиндустрии и ЭЦ оценки квалификаций химического и биотехнологического комплекса. Деятельность ЭЦ позволяет:

- актуализировать образовательные программы в соответствии с требованиями профессиональных стандартов;
- дополнять фонды оценочных средств практико-ориентированными задачами;
- обновлять программы итоговой государственной аттестации выпускников с целью её сопряжения с процедурой независимой оценки квалификаций;
- повышать успеваемость выпускников вуза при прохождении независимой оценки квалификаций;
- обеспечивать показатели, необходимые для прохождения профессионально-общественной аккредитации.

В условиях глобализации промышленного сектора, требующей формирования у инженеров компетенций высокого уровня, развивается совместная деятельность инженерных вузов с международным профессиональным сообществом по оценке развития профессиональных компетенций у обучающихся разных уровней образования. Функционирующий в КНИТУ международный центр тестирования Европейской сетевой ассоциации по химии (ECTNA) позволяет проводить оценивание формирующихся химико-технологических компетенций в динамике образования: школьники, бакалавры, магистры, аспиранты [20].

Решение задачи повышения глобальной конкурентоспособности образования усиливает потребность развития интеграции вузов с академической наукой в форме научно-образовательных центров (НОЦ) [21]. Их деятельность позволяет решать следующие задачи:

- подготовка студентов, аспирантов и докторантов с использованием потенциала академических институтов;

- проведение совместных фундаментальных исследований и реализация проектов по разработке наукоёмкой продукции, созданию оптимальных условий для применения передовых технологий;

- осуществление научного, технического и кадрового обмена, содействие в использовании достижений зарубежной и отечественной науки и практики;
- использование приборной базы и концентрация уникальной аппаратуры;
- формирование единой информационной базы для научного и образовательного процессов;
- совместная работа по организации опытного и мелкосерийного производства по результатам фундаментальных и прикладных исследований;
- переподготовка специалистов высшей квалификации.

Функционирование НОЦ «Химия и технология. XXI век», созданного совместно КНИТУ и КНЦ РАН ИОФХ им. А.Е. Арбузова, обеспечивает научные исследования по направлениям: органическая химия, химия элементоорганических соединений, катализ, нефтехимия, химия и технология органических веществ и топлив, химическая технология, химия и технология энергосистем на основе возобновляемого сырья. С целью развития и поддержки научной деятельности студентов НОЦ организует и проводит конкурсы проектов, олимпиады, студенческие научные конференции, осуществляет отбор и выдвижение наиболее одарённых студентов на соискание именных научных стипендий, обеспечивает научные стажировки молодых исследователей, преподавателей и учёных в ведущие образовательные, научные и технические центры [22].

Взаимодействие с академическими и отраслевыми институтами стимулирует научные исследования студентов (в 2019/2020г. ими было охвачено до 2600 чел.), обеспечивает высокий уровень их исследовательских проектов (признание результатов на между-

народных, всероссийских и региональных конференциях получили 2200 работ), результативность проектов (количество работ, отмеченных медалями, дипломами на открытых конкурсах, – 1000, количество заявок на объекты интеллектуальной собственности – 20, количество выигранных студенческих грантов – 30).

Комплексному решению задач по развитию профессионального, лидерского и инновационного потенциала, профориентации и практическому обучению будущих инженеров способствует совместная деятельность вузов и промышленных корпораций по проведению профессиональных конкурсов и чемпионатов, отраслевых олимпиад. При этом результаты конкурсов позволяют вузам оценить уровень соответствия содержания подготовки потребностям работодателей, а предприятиям – выявить на базе предложений студентов перспективные и интересные подходы к решению актуальных проблем развития отрасли и производства. КНИТУ, являясь опорным вузом ПАО «Газпром», ежегодно участвует в организации и проведении таких совместных мероприятий. Аналогичное эффективное взаимодействие осуществляется с ПАО «Лукойл».

Выводы

Подводя итог использованию потенциала инженерного образования для научного, технологического и кадрового обеспечения экономики, повышения глобальной конкурентоспособности и регионального развития, следует отметить, что ключевым фактором его раскрытия является развитие интеграции с наукой и промышленностью [23; 24]. Это способствует:

- формированию актуального содержания подготовки инженеров путём реализации совместных инновационных образовательных проектов и внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ, программ дополнительного образования, в том числе с международным участием;

- созданию условий для разработки и реализации прорывных научно-исследовательских и технологических проектов;
- цифровой трансформации образовательной, научной, инновационной деятельности вуза;
- конкурентному развитию кадрового состава партнёров.

Литература

1. *Альтбах Ф.Дж.* Глобальные перспективы высшего образования / Пер. с англ. Ю. Каптуревского; под науч. ред. А. Рябова; предисл. М. Юдкевич; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: Изд. дом ВШЭ, 2018. 548 с.
2. *Кондратьев В.В., Галиханов М.Ф., Осипов П.Н., Шагеев Ф.Т., Кайбияйнен А.А.* Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 12. С. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.3192/0869-3617-2019-28-12-105-122>
3. *Княгинин В.Н., Идрисов Г.И., Кузьмина А.С., Рожкова Е.С., Санатов Д.С., Султанов Д.К.* Новая технологическая революция: вызовы и возможности для России. М.: ЦСР, 2017. 136 с.
4. *Жураковский В.М.* Современные тенденции развития инженерного образования на основе интеграции образования, науки и инноваций // Модернизация инженерного образования: российские традиции и современные инновации: сборник материалов международной научно-практической конференции. Якутск: Изд. дом СВФУ, 2017. 312 с.
5. *Семенов М.В., Кетова Н.П.* Современные российские университеты: позиционирование, тренды развития, возможности наращивания конкурентных преимуществ // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 2. С. 27–41. DOI: <https://doi.org/10.3192/0869-3617-2020-29-2-27-41>
6. *Кудряшова Е.В., Сорокин С.Э., Бугаенко О.Д.* Взаимодействие университетов со сферой производства как элемент реализации «третьей миссии» // Высшее образование в России. 2020. Т. 29. № 5. С. 9–21. DOI: <https://doi.org/10.3192/0869-3617-2020-29-5-9-21>
7. *Журавлева М.В., Черкасова Е.И.* Непрерывная подготовка кадров в условиях технологической трансформации нефтегазохимиче-

- ского комплекса // Управление устойчивым развитием. 2019. № 5 (24). С. 98–104.
8. Императивы интернационализации / Отв. ред. М.В. Ларионова, О.В. Перфильева. М.: Логос, 2013. 420 с.
9. Оситов П.Н., Зиятдинова Ю.Н. Закономерности и принципы интернационализации инженерного образования // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2016. № 1(21). С. 40–45.
10. Chan, A.D., Fishbein, J. A Global Engineer for the Global Community // The Journal of Policy Engagement. 2009. Vol. 1. No. 2. P. 4–8.
11. Топофкова О.В. О глобальной компетенции современного специалиста в области техники и технологий // PRIMO ASPECTU. 2016. № 1. С. 64–67.
12. Ханс де Вит. Эволюция мировых концепций, тенденций и вызовов в интернационализации высшего образования // Вопросы образования. 2019. № 2. С. 8–34. DOI: <http://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-8-34>
13. 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.
14. Соболев А.Б. Проблемы и перспективы сетевого взаимодействия вузов // Вестник Герценовского университета. 2014. № 3-4. С. 3–11.
15. 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.
16. Жукова В.Б., Сифоткин А.С., Агзамов Р.З., Горячева С.А. Об опыте учебной практики «карусельного» типа для студентов бакалавриата по направлению «Биотехнология» // Интеграция науки и высшего образования в области био- и органической химии и биотехнологии: материалы XIII Всероссийской научной Интернет-конференции / Редкол.: Р.А. Исмаков и др. Уфа: Восточная печать, 2019. С. 230–231.
17. Warin P. Introduction to Industrial Automation. Schneider Electric, Moscow, 2005.
18. Салахов И.И., Журавлева М.В., Баширцева Н.Ю., Черкасова Е.И., Котова Н.В. Предпосылки разработки профессионального стандарта «Специалист производства нефтепродуктов на основе наноструктурированных катализаторов» // 13-я Международная научно-практическая конференция «Высшее и среднее профессиональное образование как основа профессиональной социализации обучающихся» (28 мая 2019). Казань: Школа, 2019. С. 221–225.
19. Фомицкая Г.Н. Современные подходы к реализации независимой оценки профессиональных квалификаций // Педагогический имидж. 2019. № 3(44). С. 452–462. DOI: 10.32343/2409-5052-2019-13-3-452-464
20. Bashkirtseva N.Y., Zburavleva M.V., Zinnurova O.V., Vagapov B.R. Improving the efficiency of outstripping training of engineers in interaction with European Higher Education Area conditions // 5th EuCheMS Chemistry Congress, 31 August – 4 September, 2014, Istanbul, Turkey. (0-B2-01-02). P. 303–304. URL: https://eu-chems2014.org/wp-content/uploads/2018/11/EuCheMS2014-Abstract_Book_Part-2.pdf (дата обращения: 20.11.2020).
21. Данилов А.Н., Столбов В.Ю., Южаков А.А. Сетевое взаимодействие вузов и институтов РАН при подготовке инженерных кадров по приоритетным направлениям развития научно-технического комплекса России // Инженерное образование. 2012. № 11. С. 152–155.
22. Zhuravleva M.V., Zimmurova O.V., Bashkirtseva N.Yu. Advanced Training of Catalysis Experts in Petrochemical and Refining Industries // XII European Congress on Catalysis «Catalysis: Balancing the use of fossil and renewable resources». 30th August – 4th September, Kazan, 2015. P. 102.
23. Двенадцать решений для нового образования: доклад Центра стратегических разработок и Высшей школы экономики / Под общ. ред. Я.И. Кузьминова, И.Д. Фрумина. М.: НИУ ВШЭ, 2018. URL: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/218061758.pdf> (дата обращения: 20.11.2020).
24. Глобальная конкурентоспособность российского образования. Материалы для дискуссии / И.В. Абанкина, А.А. Беликов, О.С. Гапонова, Ф.Ф. Дудырев, Ю.Н. Корешникова, И.А. Коршунов, С.Г. Косарецкий, Т.А. Мерцалова, А.К. Нисская, Д.П. Платонова, П.С. Сорокин, Б.М. Таловская, И.Д. Фрумин. М.: НИУ ВШЭ, 2017. 112 с.

Статья поступила в редакцию 26.10.2020.

Принята к публикации 15.11.20

Engineering Education Based on Integration with Science and Industry

Yuriy M. Kazakov – Dr. Sci. (Engineering), Assoc. Prof., Rector, kazakov@kstu.ru

Natalya Yu. Bashkirtseva – Dr. Sci. (Engineering), Prof., Dean of the Faculty of Oil and Petrochemistry, Head of the Department of Chemical Technology of Oil and Gas Processing, bashkircevan@bk.ru

Marina V. Zhuravleva – Dr. Sci. (Education), Assoc. Prof., Head of the Center for Social Work, gurvavleva0866@mail.ru

Galina O. Ezhkova – Dr. Sci. (Biology), Prof., Head of Educational and Methodological Administration, Head of the Department of Technology of Meat and Dairy Products, egkova@kstu.ru

Alexander S. Sirotkin – Dr. Sci. (Engineering), Prof., Dean of the Faculty of Food Technologies, Head of the Department of Industrial Biotechnology, asirotkin66@gmail.com

Anna O. Ebel – Cand. Sci. (Chemistry), Head of International Affairs Department, annabel@mail.ru

Kazan National Research Technological University, Kazan', Russia

Address: 68, Karl Marx str., Kazan, 420015, Russian Federation

Abstract. The development of globalization processes requires the provision of scientific and technological leadership of economies. In solving this goal, universities are called upon to play a special role, which can ensure the competitiveness of engineering education. Among the main indicators of academic leadership are ensuring the world level of training content, increasing academic mobility, growing demand and efficiency of master's and postgraduate studies, increase in the number of online educational programs, increase in the number of competitive courses and programs taught online, development of a targeted training system. The key condition for increasing the competitiveness of engineering education is the strengthening of its integration with science and the industrial sector. This is due to the possibility of solving a set of tasks for the development of content, organization and management of the educational process. The effectiveness of their solution is determined by the composition of partners involved in joint activities. The analysis shows that there are trends in the expansion of partnerships and the intensification of international cooperation. This facilitates the development of various formats of interaction to improve the training of engineers. Among the most developing integrated forms of training are networked educational programs. A distinctive feature of their implementation is the growth in the number of participants in network partnerships, among them are universities (as a rule more than one), industry institutes, enterprises (more than one). The network format is being implemented and remains promising in the organization of student practices. The basic departments created at enterprises are the main instrument of targeted training. With the development of the system of professional standards, the role of integration of universities with enterprises in organizing and conducting procedures for assessing the qualifications of personnel has increased. The need to solve the problem of increasing the global competitiveness of education reinforces the requirement to develop the integration of universities with academic science in the form of scientific and educational centers, with foreign universities, enterprises and high-tech businesses.

Keywords: competitive engineering education, integration processes, internationalization of engineering education, network educational programs, system of professional standards

Cite as: Kazakov, Yu.M., Bashkirtseva, N.Yu., Zhuravleva, M.V., Ezhkova, G.O., Sirotkin, A.S., Ebel, A.O. (2020). Engineering Education Based on Integration with Science and Industry. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 12, pp. 105-118, doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-12-105-118> (In Russ., abstract in Eng.).

References

1. Altbach, P.G. (2016). *Global Perspectives on Higher Education*. Johns Hopkins University Press, 352 p. (Russian Translation by Yu. Capturevsky; ed. M. Yudkevich; Higher School of Economics. Moscow: HSE Publ., 2018, p.)
2. Kondratyev, V.V., Galikhanov, M.F., Osipov, P.N., Shageeva, F.T., Kaybiyaynen, A.A. (2019). Engineering Education: Transformation for Industry 4.0. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 12, pp. 105-122, doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122> (In Russ., abstract in Eng.)
3. Knyagin, V.N., Idrisov, G.I., Kuzmina, A.S., Rozhkova, E.S., Sanatov, D.S., Sultanov, D.K. (2017). *Novaya tekhnologicheskaya revolyutsiya: vyzovy i vozmozhnosti dlya Rossii* [New Technological Revolution: Challenges and Opportunities for Russia]. Moscow: Center for Strategic Research Publ., 136 p. (In Russ.)
4. Zhurakovsky, V.M. (2017). [Modern Trends in the Development of Engineering Education Based on the Integration of Education, Science and Innovation. In: *Modernizatsiya inzhenerenogo obrazovaniya: rossiiskie traditsii i sovremennye innovatsii: sbornik materialov mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Modernization of Engineering Education: Russian Traditions and Modern Innovations: Collection of Materials of the International Scientific and Practical Conference]. Yakutsk: NEFU Publ. House, 312 p. (In Russ.)
5. Seroshtan, M.V., Ketova, N.P. (2020). Modern Russian Universities: Positioning, Development Trends, Potential to Enhance Competitive Advantages. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 2, pp. 27-41, doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-2-27-41> (In Russ., abstract in Eng.).
6. Kudryashova, E.V., Sorokin, S.E., Bugaenko, O.D. (2020). University-Industry Interaction as an Element of the University's "Third Mission". *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 5, pp. 9-21, doi: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-5-9-21> (In Russ., abstract in Eng.).
7. Zhuravleva, M.V., Cherkasova, E.I. (2019). [Continuous Training of Personnel in the Context of Technological Transformation of the Oil and Gas Chemical Complex]. *Upravlenie ustoychivym razvitiem = Management of Sustainable Development*. No. 5 (24), pp. 98-104. (In Russ.)
8. Larionova, M.V., Perfil'eva, O.V. (Eds.). (2013). *Imperativy internatsionalizatsii* [Imperatives of Internationalization]. Moscow: Logos Publ., 420 p. (In Russ.).
9. Osipov, P., Ziyatdinova, J. (2016). Patterns and Principles for the Internationalization of Engineering Education. *Professional'noe obrazovanie v Rossii i za rubezhom = Professional Education in Russia and Abroad*. No. 1 (21), pp. 40-45.
10. Chan, A.D., Fishbein, J. (2009). A Global Engineer for the Global Community. *The Journal of Policy Engagement*. Vol. 1, no. 2, pp. 4-8.
11. Toporkova, O.V. (2016). On Global Competency for Modern Technology Specialists and Engineers. *PRIMO ASPECTU*. No. 1, pp. 64-67. (In Russ., abstract in Eng.).
12. de Wit, H. (2019). Evolving Concepts, Trends, and Challenges in the Internationalization of Higher Education in the World. *Voprosy obrazovaniya = Educational Studies Moscow*. No. 2, pp. 8-34, doi: <http://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-8-34>
13. Sukhrstina, A.S., Ziyatdinova, J.N., Kochnev, A.M. (2016). Networking as a Form of Internationalization in Education: Case Study of KNRTU. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 11 (206), pp. 103-110. (In Russ., abstract in Eng.).
14. Sobolev, A.B. (2014). Problems and Prospects of Network Interaction of Universities]. *Vestnik Gertsenovskogo universiteta = Universum: Bulletin of Herzen's University*. No. 3-4, pp. 3-11. (In Russ.)
15. Ivanov, V.G., Kaibiyainen, A.A., Galikhanov, M.F. (2016). Interdisciplinarity as a Vector for the

- Development of Engineering Education. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 8-9, pp. 149-160. (In Russ., abstract in Eng.).
16. Zhukova, V.B., Sirotkin, A.S., Agzamov, R.Z., Goryacheva, S.A. (2019). [On the Experience of Educational “Carousel” Type Practice for Undergraduate Students Majoring in “Biotechnology”]. In: Ismakov, R.A. (Ed.) et al. (2019). *Integratsiya nauki i vysshego obrazovaniya v oblasti bio- i organicheskoi khimii i biotekhnologii: materialy XIII Vserossiiskoi nauchnoi Internet-konferentsii* [Integration of Science and Higher Education in the Field of Bio- and Organic Chemistry and Biotechnology: Materials of the XIII All-Russian Scientific Internet Conference]. Ufa: Vostochnaya pechat’ Publ., pp. 230-231. (In Russ.).
 17. Warin, P. (2005). *Introduction to Industrial Automation*. Schneider Electric, Moscow.
 18. Salakhov, I.I., Zhuravleva, M.V., Bashkirtseva, N.Yu., Cherkasova, E.I., Kotova, N.V. (2019). [Prerequisites for the Development of a Professional Standard “Specialist in the Production of Petroleum Products Based on Nanostructured Catalysts”]. In: *13-ya Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Vysshee i srednee professio-nal’noe obrazovanie kak osnova professional’noi sotsializatsii obuchayushchikhsya» (Kazan, 28 maya 2019)* [Proceedings of the 13th International Scientific and Practical Conference “Higher and Secondary Vocational Education as the Basis for Professional Socialization of Students” (Kazan, May 28, 2019)]. Kazan: Shkola Publ., pp. 221-225. (In Russ.).
 19. Fomitskaya, G.N. (2019). [Modern Approaches to the Implementation of an Independent Assessment of Professional Qualifications]. *Pedagogicheskii imidzh = Pedagogical Image*. No. 3 (44), pp. 452-462, doi: 10.32343/2409-5052-2019-13-3-452-464 (In Russ.).
 20. Bashkirtseva, N.Y., Zhuravleva, M.V., Zinnurova, O.V., Vagapov, B.R. (2014). Improving the Efficiency of Outstripping Training of Engineers in Interaction with European Higher Education Area Conditions. In: 5th EuCheMS Chemistry Congress, 31 August – 4 September, 2014, Istanbul, Turkey. (0-B2-01-02), pp. 303-304. Available at: https://euchems2014.org/wp-content/uploads/2018/11/EuCheMS2014-Abstract_Book_Part-2.pdf (accessed 20.11.2020).
 21. Danilov, A.N., Stolbov, V.Yu., Yuzhakov, A.A. (2012). [Network Interaction between Universities and Institutes of the Russian Academy of Sciences in the Preparation of Engineering Personnel in Priority Areas of Development of the Scientific and Technical Complex of Russia]. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. No. 11, pp. 152-155. (In Russ.).
 22. Zhuravleva, M.V., Zinnurova, O.V., Bashkirtseva, N.Yu. (2015). Advanced Training of Catalysis Experts in Petrochemical and Refining Industries. In: *XII European Congress on Catalysis “Catalysis: Balancing the Use of Fossil and Renewable Resources”*. 30th August – 4th September, Kazan. P. 102.
 23. Kuzminov, Ya.I., Frumin I.D. (Eds.). (2018). *Dvenadtsat’ reshenii dlya novogo obrazovaniya: доклад tsentra strategicheskikh issledovaniy i vysshei shkoly ekonomiki* [Twelve Solutions for New Education: Report of the Center for Strategic Research and the Higher School of Economics]. Moscow: Higher School of Economics Publ. Available at: <https://publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/218061758.pdf> (accessed 20.11.2020). (In Russ.).
 24. Abankina, I.V., Belikov, A.A., Gaponova, O.S., Dudyrev, F.F., Koreshnikova, Yu.N., Korshunov, I.A., Kosaretsky, S.G., Mertsalova, T.A., Nisskaya, A.K., Platonova, D.P., Sorokin, P.S., Talovskaya, B.M., Frumin, I.D. (2017). *Globalnaya konkurentosposobnost’ rossiiskogo obrazovaniya. Materialy dlya diskussii* [Global Competitiveness of Russian Education. Materials for Discussion]. Moscow: Higher School of Economics Publ., 112 p. (In Russ.).