

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>

Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции)

Кондратьев Владимир Владимирович – д-р пед. наук, проф., директор Центра подготовки и повышения квалификации преподавателей вузов. E-mail: vvkondr@mail.ru

Галиханов Мансур Флоридович – д-р тех. наук, проф., и.о. директора Института дополнительного профессионального образования. E-mail: mgalikhanov@yandex.ru

Осипов Пётр Николаевич – д-р пед. наук, проф., кафедра инженерной педагогики и психологии. E-mail: posipov@ Rambler.ru

Шагеева Фарида Тагировна – д-р пед. наук, проф., зав. кафедрой инженерной педагогики и психологии. E-mail: faridash@bk.ru

Кайбияйнен Алла Адольфовна – канд. филол. наук, доцент, главный редактор газеты «Технологический университет». E-mail: alhen2@yandex

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

Аннотация. В статье подведены итоги пленарной сессии международной конференции «Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 – СИНЕРГИЯ-2019», прошедшей в Казанском национальном исследовательском технологическом университете с 4 по 5 сентября 2019 г. Форум, на который собрались представители вузов и промышленных предприятий России и зарубежья, был посвящён вопросам подготовки инженеров нефтегазохимической отрасли. Среди делегатов были представители международных обществ по инженерному образованию, пяти национальных исследовательских университетов и девяти опорных вузов ПАО «Газпром», органов государственной власти и промышленных предприятий Татарстана. Наблюдать за работой пленарной сессии в режиме реального времени по Интернету можно было во всех опорных вузах «Газпрома». Организаторами мероприятия выступили Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Международное общество по инженерной педагогике (IGIP), Национальный фонд подготовки кадров (НФПК), Ассоциация инженерного образования России (АИОР), а также министерство промышленности и торговли РТ и Казанский национальный исследовательский технологический университет. Генеральным спонсором выступило ПАО «Газпром». Всего конференция собрала 155 участников из 15 вузов России, Казахстана и Эстонии. Выступили представители 11 промышленных предприятий, прозвучало 55 докладов.

Ключевые слова: глобализация, цифровизация, индустрия 4.0, четвёртая промышленная революция, инженерное образование, инженерная педагогика, профессиональная подготовка

Для цитирования: Кондратьев В.В., Галиханов М.Ф., Осипов П.Н., Шагеева Ф.Т., Кайбияйнен А.А. Инженерное образование: трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 12. С. 105-122.

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>

Введение

«Эта конференция – действительно практическая, – подчеркнул ректор КНИТУ-КХТИ *С.В. Юшко*, – ведь кроме представителей академического сообщества, с нами сегодня здесь работодатели, которые стремятся поддерживать своих будущих работников». Ректор обозначил стратегические приоритеты развития инженерного университета на примере КНИТУ: выход на международную арену, работа с одарённой молодёжью в сфере технологического предпринимательства, в том числе через российские институты развития [1]. «Мы стоим на правильном пути – и это подтверждают победы наших студентов на WorldSkills, высокие результаты прошедшей приёмной кампании и успешное трудоустройство наших выпускников».

«Социально-экономическое благосостояние нашей республики опирается на человеческий капитал, а потому вопросы кадрового обеспечения звучат рефреном в стратегии развития топливно-энергетического комплекса Татарстана, – отметил, открывая форум, зам. министра промышленности и торговли *РТ А.П. Савельчев*. – Как показал прошедший в Казани мировой чемпионат WorldSkills, возникают новые компетенции, которые должны опираться на изучение базовых предметов, в том числе химии, с чем успешно справляются кафедры и лаборатории КНИТУ. Мир стремительно меняется, учиться приходится постоянно, и я надеюсь, что новая модель высшего инженерного образования сегодня обязательно будет опираться на потребности предприятий».

«Проведение такого масштабного мероприятия в сфере инженерного образования и подготовки кадров – очень знаковое для России событие. Без преувеличения скажу, что традиции инженерной педагогики живут и развиваются в нашей стране и даже в мире, в основном, усилиями Казанского технологического университета» [2–9], – заявил чл.-корр. РАН, президент российского мониторингового комитета IGIP *В.М. Приходько*.

Выступая на пленарном заседании, президент международного мониторингового комитета IGIP, профессор Таллинского технологического университета *Тийа Рюютманн* подчеркнула, что «сегодня преподаватель должен выбирать методы и приёмы, соответствующие новому поколению студентов, которые 24 часа в сутки находятся online. Им нужно время и для активного обучения, и для размышлений, однако, наряду с проблемным и активным обучением, в подготовке инженеров необходимо и традиционное обучение». Опираясь на достижения инженерной педагогики, эстонский профессор советует преподавателю использовать при этом четыре базовых теории обучения: бихевиоризм (практическая подготовка), когнитивизм (трансляция самых важных знаний), социальный конструктивизм (мягкие компетенции), гуманизм (ответственность, самомотивирование, тайм-менеджмент и т.д.). Версия доклада *Т. Рюютманн* опубликована в данном номере журнала.

Руководитель Тюменского индустриального университета (ТИУ) *В.В. Ефремова* представила модель инженерного образования, реализуемую в этом вузе. Её ключевые характеристики – мультидисциплинарность, мультизадачность и мультитехнологичность. В университете внедряется система индивидуальных образовательных траекторий обучающихся, что позволяет гибко и с опережением реагировать на смену технологических парадигм, реализуется проект «Высшая инженерная школа ЕГ», где готовят как бакалавров по нефтегазовому делу, так и магистров по направлению «Информационные системы и технологии» в контексте программы «Цифровая трансформация региона».

Опыт коллег из Казахстана в сфере аккредитации программ подготовки инженеров представил *Е.Т. Омиржанов*, генеральный секретарь Казахской ассоциации инженерного образования (KazSEE). Каждое казахстанское аккредитационное агентство разработало процедуры и стандарты независимой национальной аккредитации.

В ходе их разработки были учтены лучшие практики, зарубежный опыт – в частности, США и европейских стран-подписантов Боннской декларации, а также предложения казахстанских вузов. МОН РК оставляет за собой право один раз в пять лет проводить оценку деятельности аккредитационных агентств, которые находятся в Национальном реестре, кроме агентств, которые входят в EQAR (The European Quality Assurance Register for Higher Education). С 2016-2017 учебного года государственная аттестация заменена национальной институциональной аккредитацией для вузов и колледжей (законодательная норма). Всем вузам необходимо аккредитовать образовательные программы, так как есть риск остаться без образовательных грантов и лишиться государственного заказа по ряду специальностей. Есть также риск лишиться права выдачи дипломов государственного образца.

Кадровое обеспечение предприятий нефтегазохимического комплекса: вопросы инженерной педагогики

4 сентября в рамках пленарной сессии международной сетевой научно-практической конференции «Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 – СИНЕРГИЯ-2019» в КНИТУ прошёл круглый стол «Кадровое обеспечение предприятий нефтегазохимического комплекса: вопросы развития инженерной педагогики». Мероприятие, собравшее в этом году экспертов в области инженерного образования из России и ближнего зарубежья, а также представителей отраслевых предприятий, традиционно входит и в программу Татарстанского нефтегазохимического форума. На круглом столе были рассмотрены проблемы и перспективы подготовки, повышения квалификации и переподготовки инженеров в вузах, проанализирован передовой опыт предприятий по привлечению и подготовке кадров, начиная со школьной скамьи.

С обстоятельным докладом «Лучшие практики популяризации инженерной про-

фессии и перспективы их апробации и тиражирования в российских реалиях» выступила заместитель генерального директора ПАО «Татнефтехиминвестхолдинг» Л.Р. Абзалилова. Она отметила, что сейчас перед мировой химической промышленностью встали весьма серьёзные вызовы: это и проблемы, связанные с невиданным расширением областей применения химической продукции, и повышение требований экологической безопасности, развитие электроники и «зелёной» энергетики, но, прежде всего, – это переход к индустрии 4.0 и повсеместное внедрение цифровых технологий и искусственного интеллекта (ИИ), роботизация. Значит, и от инженеров теперь потребуется существенно более высокий уровень подготовки по естественнонаучным, техническим, математическим дисциплинам. Несмотря на то, что процессы роботизации и внедрения ИИ (а уже сейчас разработаны и действуют системы ИИ на различных устройствах, которые могут общаться друг с другом, анализировать ситуацию и принимать решения без участия человека) приводят к уменьшению количества занятого персонала, потребность в квалифицированных инженерных кадрах остаётся актуальной. В качестве од-



ного из решений докладчик видит реализацию модели «электронного университета», в частности, открытых массовых онлайн-курсов (что, по её мнению, особенно значимо для Татарстана).

С многими тезисами казанской коллеги была согласна и руководитель направления «Работа с вузами, ссузами и школами» ООО «СИБУР» Ю.С. Воронникова. В сообщении «Подготовка кадров для современных производств: кейс компании СИБУР» она представила интересный опыт компании по созданию в Тюменской области системы непрерывной подготовки молодых кадров в связке «компания-школа-университеты-колледжи». По мере углубления трансформаций будет расти и нужда в кадрах. Так, по её оценкам, к 2025 году только «Сибур» будут требоваться до 250 молодых специалистов ежегодно, причём профиль выпускника уже должен соответствовать профилю международных инженерных компаний, а значит, тех, кто будет охвачен системой подготовки будущих инженеров, должно быть ещё больше. «Сибур-классы – это концентрация лучших региональных образовательных практик» – так она охарактеризовала подход компании к их организации. Кстати, целью «Сибур» является работа не с отдельными «суперталантами» в профильных классах, а массовый охват потенциальных будущих инженеров. «Мы понимаем, что не все ребята будут отличниками, не все станут нашими инженерами, – отметила докладчик. – Однако важно, чтобы основы профессии были заложены ещё в школе: это позволит исключить проблему ошибочного выбора будущей профессии в вузе». Остановилась она и на работе со студентами (обычно это – бакалавры 3-4 курсов). Ю.С. Воронникова высоко оценила работу системы реализации проектов в области непрерывного образования в КНИТУ и сообщила, что сейчас «Сибур» и университет ведут работу по созданию англоязычной PhD-магистратуры с учётом лучших зарубежных практик и подходов.

Темой доклада В.М. Приходько стала «Инженерная педагогика на современном этапе научно-технологического развития отраслей экономики России». Что нужно сделать для того, чтобы «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации» с её грандиозными задачами была успешно исполнена? «Это, – считает докладчик, – даже не вопрос о “кадровом потенциале”, о котором столь содержательно говорили предыдущие участники. Речь должна идти прежде всего о том, где взять преподавателей, которые будут готовить новые кадры» [7; 9]. Сейчас готовность студентов и преподавателей отечественных университетов к реализации новых технологий в рамках целей, поставленных в «Стратегии», оставляет желать лучшего. Большое значение здесь имеет наличие у IGIP стандартов международного преподавателя технического вуза, но теперь и эти стандарты надо корректировать: «инженерный педагог должен соответствовать высоким целям НТР». Важную роль здесь предстоит сыграть национальным центрам инженерной педагогики, а также тем отечественным вузам, которые имеют право выдавать международный диплом о профессиональной подготовке по программе «Инженерная педагогика» (всего их сейчас, напомнил В.М. Приходько, пять, в их числе – КНИТУ).

Декан факультета информационно-измерительных и биотехнических систем СПбГЭТУ «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина) А.М. Боронахин выступил на тему «Прорывные технологии как определяющий фактор эффективной научно-образовательной деятельности вуза в интересах индустрии будущего». Примером прорывных технологий, которые позволяют ещё на студенческой скамье тесно соприкоснуться с реальными проблемами производства, стали сегодня технологии «умного города», связанные с утилизацией и обезвреживанием бытовых и промышленных отходов.

Завершающим выступлением круглого стола стал доклад директора ЦППКП КНИТУ В.В. Кондратьева «Инженерная

деятельность, образование и педагогика в условиях индустрии 4.0». «Инженерное образование есть развитие опыта инженерной деятельности» – так определил связь между вынесенными в заголовок выступления ключевыми понятиями докладчик. Он затронул широкий круг вопросов: вызовы и задачи цифровизации, ключевые технологии цифровой экономики, сценарии цифровой трансформации (в том числе для экономики Татарстана), новые приоритеты в инженерной деятельности, основные тренды образования будущего. «Роль инженера меняется, а значит, должно меняться и инженерное образование, содержательно и методологически», – отметил *В.В. Кондратьев*. Нам предстоит, напомнил он, переход к системному (интегрированному) инжинирингу, следовательно, основная задача инженерного образования – подготовка инновационных, социотехнических инженеров [10].

Тренды в инженерном образовании и его взаимодействие с бизнесом и промышленностью

В этот же день работа конференции продолжилась в секционном формате. О трендах инженерного образования и его взаимодействии с бизнесом и промышленностью говорили на секции под руководством профессоров *М.Ф. Галиханова* и *В.В. Кондратьева*.

В онлайн-докладе советника ректора КубГТУ *А.И. Чучалина* «Подготовка преподавателей инженерных вузов к научно-образовательной деятельности на основе триады CDIO-FCDI-FFCD» приведён анализ программ повышения квалификации ППС российских вузов, который показал, что их сильной стороной является актуальность, т.е. ориентированность на организационные (ФГОС ВО, сетевые программы, взаимодействие с работодателями и др.) и технологические (дистанционное обучение, е-образовательные ресурсы, проблемное и проектное обучение и другие) инновации в области высшего образования [11; 12]. Слабость программ – фрагментарность, избы-



ток теории, недостаток практики, международного опыта и системности. Докладчик отметил, что ведущие зарубежные университеты подходят к подготовке ППС более системно, с ориентацией на лучшие мировые практики. Как правило, реализуется комплекс мероприятий: долгосрочные программы, короткие курсы, семинары и тренинги для преподавателей, а также для PhD-студентов с целью их подготовки к будущей педагогической деятельности. *А.И. Чучалин* особо отметил опыт сотрудничества университетов с Международным обществом инженерной педагогики (IGIP), которое занимается разработкой стандартов INGRAED IGIP (ключевых компетенций для преподавателей технических вузов), программ ПК, сертификации ППС, а также распространением лучших педагогических практик в инженерном образовании. В условиях высокой динамики изменений в содержании и технологиях высшего образования и, как следствие, девальвации квалификации ППС, интеграции научной и педагогической деятельности, с одной стороны, и дифференциации приоритетов ППС различных категорий, с другой, требуется совершенствовать

систему подготовки преподавателей в вузе в соответствии с актуальными стратегиями и международными стандартами высшего STEM-образования. Для решения этой задачи автор предлагает комплексно подойти к подготовке ППС по различным видам научно-педагогической деятельности с учётом разделения труда преподавателей различных категорий (профессор, доцент, ассистент). Для достижения максимальной производительности труда ППС различных категорий, программа ПК должна быть уровневой и учитывать приоритеты деятельности профессоров, доцентов и ассистентов. Следует, прежде всего, выявить составляющие научно-педагогической деятельности и соответствующие компетенции ППС, а затем определить содержание модулей программы, необходимое для формирования требуемых компетенций. В рамках такой идеологии в КубГУ разработан пилотный модуль ПК ППС «Актуальные стратегии и лучшие практики высшего STEM-образования». Ориентация модуля: анализ мировых тенденций и актуальных стратегий высшего образования в области науки, техники и технологий (Science, Technology, Engineering, Mathematics – STEM); изучение международных стандартов инженерного образования CDIO и их эволюции в контексте развития высшего STEM-образования и подготовки научно-педагогических кадров с учётом федеральных образовательных стандартов; знакомство с современными технологиями проектирования, реализации и оценки качества образовательных программ; освоение опыта и лучших практик проблемного и проектного обучения (PBL), а также ситуационного анализа (Case Study) в ведущих университетах мира; приобретение навыков рационального использования традиционных (On-campus) и современных (Online) технологий при смешанном обучении (Blended Learning); выполнение проектов модернизации образовательных ресурсов (учебных модулей, дисциплин, междисциплинарных курсов) с использованием новых знаний, полученных

в результате освоения программы. Программа модуля соответствует профессиональному стандарту «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования», а также международному стандарту ING PAED IGIP.

В докладе «Трансформация системы подготовки специалистов с высшим образованием в условиях перехода на ФГОС 3++» проректор УГНТУ по учебной работе *О.А. Баулин* (г. Уфа) в качестве одного из источников изменений назвал цифровизацию (ускорение цикла обработки данных с одного года до двух месяцев, получение на 30% большего количества информации из того же объёма данных; трёхкратное сокращение срока проектирования, нахождение лучшего из 1000+ вариантов вместо представленных ранее двух-трёх; оптимизация 1000+ скважин на базе цифровых двойников; возможность горизонтального бурения в пласте шириной всего 3 м на протяжении нескольких километров; реализация проекта за три года вместо пяти-шести лет) [13]. Говоря об особенностях трансформации образовательной деятельности в УГНТУ, он привёл в пример модель трансформации университета в опорный вуз Республики Башкортостан, выделив в качестве составляющих модели содействие в формировании привлекательной городской среды, нового качества жизни в регионах; создание и развитие в регионах отраслей экономики знаний и экономики впечатлений; создание предпосылок и условий для обновления структуры экономики региона; «цифровизацию» образовательной и научно-исследовательской деятельности вуза.

Е.А. Смягликова, проректор СПбГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, рассказала о разных формах поддержки научно-образовательных проектов «Мореходки» со стороны ПАО «Газпром» и ООО «Газпром флот». Среди них: подготовка специалистов для морской отрасли, для Арктики, в т.ч. для работы на шельфовых месторождениях; по-

вышение квалификации кадров в морской отрасли, дополнительное профессиональное образование; организация производственной практики обучающихся, курсантов в компаниях ПАО «Газпром»; правовое обеспечение научно-образовательных проектов с ПАО «Газпром»; организация стажировки ППС Университета; организация научно-образовательной, исследовательской деятельности, сопровождение научных исследований и разработок сотрудников ПАО «Газпром»; организация профориентационной деятельности (ярмарка вакансий дочерних обществ и организаций ПАО «Газпром», отраслевые олимпиады школьников и студентов «Газпром») и др.

Академик РАН *В.П. Мешалкин* (РХТУ им. Д.И. Менделеева, Москва) в своём докладе подчеркнул роль логистики в цепи поставок современного химического цифрового предприятия и методологии инжиниринга устойчивых химических производств. Тематика его доклада относилась к одному из перспективных, но мало освещённых вопросов по использованию НБИКС-технологий в совершенствовании многоуровневого инженерного образования при подготовке кадров.

В докладе *Г.М. Абдрахимовой* (ООО «Газпром трансгаз Чайковский») и профессора КНИТУ *Г.Ф. Хасановой* представлен обобщённый опыт взаимодействия ООО «Газпром трансгаз Чайковский» и ИДПО КНИТУ по реализации программ подготовки персонала. Особое внимание было уделено анализу результатов оценки персонала, в том числе и по результатам обучения, и их взаимосвязи с развитием компетенций, планированием карьеры работников. Авторы указывают на целесообразность и эффективность применения методик выявления и формирования профессионального потенциала персонала, а также внедрения эффективной системы оценки результативности обучения. Обеспечение этой работы возможно при наличии комплекса условий: целенаправленной кадровой политики в отношении отбора канди-



датур при приёме на работу, постоянно действующей системы обучения персонала и развитой мотивационной системы, позволяющей удовлетворять потребности высшего порядка – в уважении и признании, самовыражении, возможности реализовать свои способности. Успешность этой работы определяется её целенаправленностью, системностью, планомерностью и индивидуальным подходом к каждому работнику.

Цифровизация экономики и социогуманитарной сферы

На следующий день, 5 сентября работа конференции продолжилась. На двух подсекциях «Цифровизация экономики и социогуманитарной сферы» (под руководством декана факультета социотехнических систем КНИТУ *Н.Ш. Валеевой* и зав. кафедрой логистики и управления КНИТУ *А.И. Шинкевича*) обсуждались вызовы цифровизации с точки зрения возможностей и угроз, а также вопросы воспитания критического мышления студентов, формирования интереса студентов к инженерной деятельности.

С темой «ДПО в эпоху цифровой экономики: стратегические цели» выступила и.о. ректора ГБУ ДПО «Институт дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов социокультурной сферы и искусства» *Е.Б. Гозлева* (Казань). Вопросы правового сопровождения цифровизации общества были затронуты в выступлении зав. кафедрой правоведения КНИТУ *С.В. Барабановой*. Доцент кафедры социальной работы, педагогики и психологии *Р.В. Курфиянов* поделился собственным видением направлений развития критического мышления у инженеров в эпоху четвёртой промышленной революции. Профессор кафедры *Г.Б. Хасанова* актуализировала вопросы управления знаниями в эпоху цифровизации экономики. В выступлении доцента КФУ *А.О. Багатеевой* были представлены основные направления цифровизации иноязычной подготовки в системе инженерного образования. Докладчик представила авторскую запатентованную компьютерную программу. В выступлении доцента *Н.М. Куряшовой* были затронуты вопросы применения информационно-коммуникативных технологий в современной высшей школе, преимущества и проблемы, возникающие в связи с этим. Доцент *В.А. Бабюх* в своём докладе рассмотрел вопросы перспективных направлений развития профессионального образования в условиях четвёртой научно-технической революции [14–15].

Под руководством модераторов секции – *Д.Ю. Савон* (профессора НИТУ «МИСиС») и *А.И. Шинкевича* – участники обсудили вопросы развития «умных городов» в России, корпоративной социальной ответственности, применение цифровых технологий в промышленности и социальной сфере, кадровое обеспечение предприятий. Интересными получились дискуссии о развитии общества 5.0, управлении жизненным циклом нефтехимической продукции, цифровизации и технологических инновациях.

Подготовка кадров высшей квалификации

Оживлённая дискуссия о проблемах подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре развернулась под руководством *Б.И. Бедного*, директора Института аспирантуры и докторантуры ННГУ им. Н.И. Лобачевского, и *В.В. Кондратьева*, участие в которой приняли *М.Б. Сапунов*, главный редактор журнала «Высшее образование в России», *В.Е. Медведев*, член РМК IGIP (МГТУ им. Н.Э. Баумана), *В.С. Шейнбаум*, советник ректората РГУ нефти и газа им. Губкина (Москва), а также зав. кафедрой истории и педагогики КГЭУ *Г.У. Матушанский* и профессора КНИТУ *П.Н. Оситов*, *Р.З. Богоудинова*, *Г.Ф. Хасанова*, доцент *Т.А. Старшинова*.

В докладе «Выполняет ли российская аспирантура свою главную миссию? Наукометрические оценки» *Б.И. Бедный* подчеркнул, что система образования как и научная сфера обладает значительной инерционностью, поэтому излишне резкие повороты здесь опасны, чреваты негативными последствиями. Эффективное управление сложными социальными системами невозможно без измерения параметров, характеризующих состояние этих систем. Суждения об отсутствии у аспирантов мотивации к профессиональной деятельности в науке и высшей школе не соответствуют реальному положению дел. Процентная доля молодых учёных в России не ниже, чем в США и странах ЕС. Проблема в другом – снижается число исследователей средней возрастной группы (40+ лет). Молодёжь идёт в науку, но... ненадолго. Задача государственной политики в сфере кадрового обеспечения науки и высшей школы должна заключаться не столько в привлечении молодёжи, сколько в поиске механизмов удержания в науке исследователей среднего возраста. Однако эта задача выходит за рамки функционала института аспирантуры [16–19].

Подготовке кадров высшей квалификации призвана способствовать работа диссертационных советов. Как обратил внимание

П.Н. Оситов, сегодня в России работают 96 советов по педагогическим наукам, которые сосредоточены в основном в многопрофильных университетах, педагогических, гуманитарных, военных, творческих, физкультурных вузах. И только два из них по специальности 13.00.08 – теория и методика профессионального образования в технических вузах – Казанском национальном исследовательском технологическом университете и Магнитогорском государственном техническом университете им. Г.И. Носова. А по специальности 13.00.02 (по методике химии) КНИТУ – единственный технический вуз, имеющий диссертационный совет. Опыт работы диссертационного совета по педагогике в техническом вузе уникален. Диссертационный совет Д212 080 04 по педагогическим наукам открыт при КГТУ-КНИТУ в 1996 г. Предпосылками для его создания были наличие кафедр, осуществляющих подготовку кадров высшей квалификации, работающие на них профессора, доктора педагогических наук, наличие аспирантуры, опыт подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, открытие Центра подготовки и повышения квалификации преподавателей (ЦППКП) вузов Поволжья и Урала, необходимость активизации научных исследований в области профессионального образования и инженерной педагогики [20–21]. Открытие диссертационного совета способствовало тому, что на базе ЦППКП КНИТУ стали осуществляться комплексные научные исследования по проблемам теории и методики профессионального образования и инженерной педагогики: системное проектирование прогностических моделей специалиста и преподавателя XXI века; методология и методика разработки содержания и процесса подготовки специалиста и преподавателя; широкопрофильная подготовка современного специалиста; фундаментализация профессионального образования; интегративные основы инновационного образовательного процесса и др., включённые в координационные планы Академии наук РТ и Российской академии

образования. За время работы совета в нём защищено 33 докторских и более 200 кандидатских диссертаций преподавателями инженерных вузов из 12 городов России – Казани, Москвы, Ижевска, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Челябинска, Калининграда, Сочи и др. Их тематика достаточно разнообразна – это проектирование содержания профессионально-педагогической подготовки, проблемы фундаментализации, гуманизации и гуманитаризации профессионального образования, подготовка специалистов двойной компетенции в техническом вузе, дидактическая система инновационной подготовки специалистов в области программной инженерии, системы многоуровневой подготовки кадров для машиностроительных предприятий региона.

Профессионально-педагогической подготовке аспирантов, по мнению Р.З. Богоудиновой, способствует изучение курса «Методология, теория, технологии профессионального обучения» в системе высшего образования на уровне аспирантуры [22]. При этом высшее образование на уровне магистратуры предполагает развитие и проявление креатива в освоении основных про-



фессиональных функций, формирование творческого мышления в области инновационного инжиниринга и технологического бизнеса (на опыте малого и среднего бизнеса), взаимодействие и усиление гармонии всех элементов инновационной образовательной системы. Получение квалификации «преподаватель-исследователь» предполагает научно-методологическое осмысление концептуальных направлений профессионального интереса, интеграцию креативного, инновационного, технологического инжиниринга; осмысление преобразований в решении экономических, социальных, технологических проблем на базе системного анализа, проектного менеджмента, междисциплинарной синергии.

Целью доклада Г.У. Матушанского (КГЭУ) явилось выявление адаптационного потенциала использования европейского опыта докторской подготовки в российской аспирантуре. В докладе проанализированы зальцбургские принципы организации и проектирования докторского образования, требования продуктивности образовательных программ европейской докторантуры и их применимость в российской аспирантуре, а также стратегические тенденции динамики развития аспирантской подготовки. Проведён SWOT-анализ использования российскими вузами образовательных программ третьего уровня подготовки высшего образования, выявивший сильные и слабые стороны внутреннего состояния вуза, а также возможности и угрозы со стороны его внешнего окружения. По результатам анализа составлены матрицы возможностей и угроз использования российскими вузами европейских образовательных программ третьего уровня. Выявлены положительные факторы, способствующие укреплению конкурентоспособности аспирантской подготовки российских вузов на региональных и международных рынках образовательных услуг, проанализированы административные, имущественные, научно-исследовательские, научно-педагогические и ресурсные

риски внедрения европейских докторских программ в отечественную аспирантскую подготовку и предложены меры их снижения в условиях модернизации отечественного высшего образования. В качестве мер снижения обозначенных рисков предлагаются привлечение имущественных ресурсов социальных партнёров, активизация грантовой и внебюджетной деятельности; реализация инновационных проектов социальных партнёров университетов для решения задач кадрового обеспечения проведения научных исследований и другие [23].

В докладе Г.Ф. Хасановой были представлены различные подходы к подготовке преподавателей к онлайн-обучению, существующие за рубежом. Анализировались новые роли преподавателей в онлайн-обучении; наиболее значимые факторы, способствующие и препятствующие включению преподавателей в онлайн-обучение [24]. Рассмотрены компетенции преподавателей онлайн-курсов, охарактеризованы новые формы оценки деятельности преподавателей, такие как кураторство наставников, контроль за процессом реализации онлайн-курсов и ежегодный мониторинг. В результате проведённого анализа был предложен перечень компетенций, на формирование которых должна быть нацелена программа подготовки педагогических кадров к онлайн-обучению. Дана характеристика подходов, реализуемых в ИДПО КНИТУ в процессе повышения квалификации преподавателей в сфере онлайн-обучения. Они предполагают интеграцию аудиторного формата с онлайн-сопровождением и насыщение образовательного процесса мультимедийными и интерактивными средствами обучения. Акцент делается не на формирование навыков в сфере ИКТ, а на анализ педагогических возможностей различных ИТ-технологий, изучение возможных сценариев их применения в обучении и разработку электронных образовательных ресурсов для использования в преподавании конкретных научных дисциплин.

Непрерывное образование

На пятой секции конференции под руководством профессоров КНИТУ *М.Ф. Галиханова* и *Ф.Т. Шагеевой* обсуждался целый комплекс вопросов, связанных с проблемами непрерывного образования. Заседание открылось аналитическим обзором *М.Ф. Галиханова* «Дополнительное профессиональное образование в КНИТУ для Республики Татарстан». Доклад задал тон всей работе секции. Выступающие затронули практически все основные аспекты непрерывного образования, начиная с ранней профессионализации школьников и особенностей профориентационной работы в школе, продолжив обсуждением проблем подготовки инновационных инженеров в вузовских условиях, а также рассмотрев вопросы повышения квалификации специалистов на местах и подготовки преподавателей для системы дополнительного и профессионального образования.

Собственное видение решения проблемы подготовки инновационных инженеров представила зав. кафедрой проф. *Ф.Т. Шагеева*. В КНИТУ разработан проект преемственной профессиональной подготовки инженерных кадров, опирающийся на уникальные преимущества вуза нового типа: развитую систему профессионального образования; интеграцию процесса обучения с научными исследованиями, проводимыми в университетских лабораториях и научных центрах; возможности сетевого взаимодействия и международного сотрудничества; внедрение современных образовательных технологий, в том числе дистанционного обучения. Проект представлен на примере направления «Технология переработки полимеров и композиционных материалов», является многоуровневым и обладает преемственностью как содержания, так и развиваемых компетенций. Интересную часть такой подготовки составляют стажировки аспирантов и специалистов, организуемые на основе сетевого взаимодействия с вузами и предприятиями-партнёрами. Заканчивая своё выступление, докладчик отметила, что

такого рода проекты предполагают преподавателя инженерного вуза современного типа, готового к профессиональной деятельности в постоянно меняющихся условиях. Разработанные ранее программы подготовки преподавателей инженерного вуза нуждаются в серьёзной модернизации (в связи с новациями в нормативно-правовой сфере); актуализации (в связи с внедрением системы менеджмента качества, новых требований к выпускникам инженерных вузов в компетентностном формате); технологизации и компьютеризации (в связи появлением новых технических возможностей).

Говоря о проблемах производственного обучения, представитель ООО «Газпром Трансгаз Нижний Новгород») *А.А. Решетов* рассказал об инновационных технологиях в области производственной безопасности, связав вопросы качества обучения персонала и надёжности объектов газотранспортных систем. Он отметил, что инновационные технологии в образовании и промышленности позволяют управлять процессом обучения персонала и производственной безопасностью во взаимосвязи. Применение результатов данных разработок в совокупности дает возможность повышать качество обучения персонала, увеличивать надёжность и безопасность объектов газотранспортных систем, обоснованно принимать управленческие решения по планированию работ по их диагностике, техническому обслуживанию и ремонту, получать синергетический эффект от управления рисками травматизма и внезапного разрушения объектов (в целях их исключения).

Доклад профессора КНИТУ *Н.П. Гончарук* был посвящён вопросам интеллектуализации профессионально-педагогической деятельности на основе современных информационно-коммуникационных технологий и цифровой образовательной среды. Автором были выявлены модели интеграции педагогических технологий с новейшими цифровыми технологиями, разработаны методические аспекты использования технологий онлайн-обучения; дан анализ потен-

циала массовых открытых онлайн-курсов и открытых образовательных ресурсов для непрерывного профессионального самообразования, обновления компетенций преподавателей. Кроме того, были представлены способы использования онлайн-курсов в образовательном процессе, технологии размещения учебных материалов, инструменты взаимодействия в электронной информационно-образовательной среде [25]. Особое внимание докладчик уделила технологии смешанного обучения как инструмента реализации интегрированной модели обучения с привлечением ресурсов сети Интернет. Были описаны варианты методического сопровождения процесса реализации онлайн-курса, методические средства поддержки обучающихся в работе с онлайн-курсом в зависимости от степени их подготовленности к предметному освоению его содержания, интернет-сервисы для организации учебной работы и сетевого взаимодействия, а также рассмотрены возможности использования онлайн-курсов для проектирования индивидуальной траектории обучения в рамках основной образовательной программы, для создания персональной учебной среды.

Доклад профессора *А.М. Богатовой* был посвящён осмыслению опыта реализации программы профессиональной переподготовки «Психолого-акмеологическое обеспечение профессиональной деятельности управленческих кадров» (в объёме 250 часов). Представлена программа по формированию компетенций высшего управляющего звена ООО «Трансгаз Чайковский». Обучение предполагало не только знакомство с широким спектром психологических и акмеологических знаний, но и отработку практических навыков и умений по работе с персоналом.

Ещё один из вариантов подготовки конкурентоспособных выпускников инженерного вуза в условиях технологической трансформации нефтегазохимического комплекса был представлен в докладе профессора КНИТУ *М.В. Журавлевой*. Трансформация включает масштабное внедрение «прорыв-

ных технологий», создание новых производств, цифровизацию отрасли, внедрение принципов бережливого производства. Это влечёт изменение содержания деятельности работников: расширяются функциональные обязанности, появляются новые компетенции, изменяются условия труда. Эффективным механизмом формирования квалифицированных кадров для осуществления технологических преобразований является непрерывная подготовка. Автор описала многолетний опыт довузовской подготовки, направленный на раннее формирование инженерного видения у школьников. Говоря о качестве инженерного образования, докладчик отметила, что наиболее важной задачей обеспечения востребованной инженерной подготовки является конструирование актуального содержания технико-технологического образования. Основными субъектами этого процесса выступают бизнес-сообщество, определяющее и реализующее перспективное развитие отрасли; преподаватели, разрабатывающие новые образовательные программы, учебные дисциплины и определяющие актуальные темы НИР, ВКР и студенты, которые осуществляют патентный поиск, генерируют новые идеи в процессе участия в профильных конференциях и грантовых программах. Кроме того, развитию комплексного инженерного подхода к решению сложных технологических задач у будущих специалистов способствует внедрение в образовательный процесс междисциплинарных образовательных программ и модулей. Высокий уровень новизны профессиональных задач, требующих оперативного решения, задают особенности разработки, организации и реализации непрерывного образовательного процесса: учёт квалификационных и качественных требований профессиональных стандартов, внедрение новых форматов взаимодействия с работодателями, расширение сетевых партнёрских связей с профессиональным сообществом и наукой, стимулирование опережающего химико-технологического образования, использование

международной оценки качества в учебно-воспитательном процессе.

«Белую» зависть иногородних участников заседания секции вызвало выступление директора школы «Технолидер» КНИТУ доцента *Е.Н. Тарасовой*. Актуальность проблемы элитной подготовки в инженерном вузе обусловлена потребностями работодателей в подготовке специалистов, готовых быстро и продуктивно решать профессиональные задачи разного уровня сложности. Отсюда вытекает необходимость выявления талантливых студентов и организации их индивидуальной подготовки по выбранной специальности, что позволяет выпускнику быть конкурентоспособным и востребованным на рынке труда конкретным работодателем. Элитное образование определяется российскими и зарубежными исследователями как образование высокого качества, включая не только качество его результата, но и качество условий обучения и воспитания, качество образовательной среды, образовательного процесса. Цель школы «Технолидер» – подготовка будущих специалистов к успешной работе в инновационной и изобретательской сферах, к участию в разработке и реализации проектов, к формированию успешной профессиональной карьеры. Студенты первого курса, зачисленные в школу на конкурсной основе и имеющие высокий проходной балл, становятся участниками семинаров и мастер-классов с участием зарубежных профессоров, экспертов из числа бизнес-партнёров вуза, участвуют в экскурсиях на предприятия химической промышленности республики, а также принимают участие в международных конференциях, конкурсах, хакатонах, инжиниринг-слэмах и кейс-чемпионатах, направленных на решение производственных задач. Помимо этого, студенты школы являются участниками «Клуба общения на английском языке» (English conversation Club). В ходе освоения программы студенты изучают расширенный курс по перспективным направлениям развития физики/химии, инженерной деятель-

ности, информационным технологиям, иностранному языку в сфере профессиональной коммуникации. Студенты объединяются в команды (по профилю подготовки) для работы над технологическими проектами.

В ходе обсуждения участники конференции пришли к выводу, что к перспективам развития элитного образования в университете целесообразно отнести организацию взаимодействия с предприятиями-партнёрами вуза в целях выполнения научно-исследовательских работ по заказам предприятий, а также разработку и внедрение инновационных технологических проектов в инфраструктуру КНИТУ, создание стартапов на базе малых предприятий, подготовку научных кадров для дальнейшей исследовательской деятельности в университете, стажировки студентов в российские и зарубежные инжиниринговые центры, разработку образовательных программ магистратуры и аспирантуры в рамках преемственной элитной подготовки в вузе.

Доцент КНИТУ *И.В. Зимина* отметила, что малые города регионов Российской Федерации остро ощущают проблему оттока молодёжи в связи с желанием получить качественное профессиональное образование. Программы локализации молодого населения являются наиболее обсуждаемыми на различных дискуссионных площадках бизнес-сообществ, общественных организаций, органов управления, масс-медиа и т.п. В этом аспекте интересен опыт КНИТУ по реализации в г. Менделеевске сетевой модели взаимодействия «школа – предприятие – университет», предусматривающей раннюю профессионализацию школьников. Получение обучающимися профессии рабочего начинается с восьмого класса школы; в процессе обучения задействованы как школьные учителя, так и преподаватели вуза, а также сотрудники учебных центров предприятий города (АО «Аммоний» и АО «Химический завод им. Л.Я. Карпова). После прохождения квалификационного экзамена обучающиеся получают диплом среднего профессиональ-

ного образования, а лучших выпускников такого образовательного проекта предприятия принимают на работу и заключают с ними договор о целевом обучении по заочной форме в технологическом университете.

Доцент КНИТУ, куратор профильного класса в одной из школ Казани *И.В. Павлова* вынесла на обсуждение анализ опыта профориентационной вузовской работы со школьниками, направленной на повышение интереса к инженерным профессиям. Как показывает практика, довольно часто выбор профессии осуществляется обучающимися под влиянием сиюминутных желаний и мимолётных увлечений, либо под давлением общественных стереотипов или родителей. В дальнейшем такие ребята сталкиваются с разного рода проблемами. Они теряют всякий интерес к обучению и дальнейшей профессиональной деятельности. Поэтому главное в профориентационной работе – это осознанный выбор обучающимися будущей профессиональной деятельности. И на этом этапе старшеклассники нуждаются в помощи родителей, учителей, школьных психологов и стейкхолдеров. В профориентационной работе, проводимой вузами в школах, практически отсутствуют многие формы и методы, интересные современным старшеклассникам, например, тренинги по профессиям, индивидуальные беседы с психологами, встречи с людьми интересных профессий. Участники конференции, обсуждая материалы анкетирования, проведённого автором, пришли к выводу о необходимости модернизации проводимой профориентационной работы, которая на данный момент является массовой, то есть практически не учитывающей индивидуальные особенности школьников.

Заключение

Подводя итоги сказанному, можно сделать следующие выводы.

1. Система российского традиционного образования имеет высокий потенциал для подготовки креативных специалистов. Мышление специалиста в России формиру-

ется на основе системного образовательного принципа «от общего к частному» (учит делать логистические умозаключения).

2. Индустрии 4.0 нужен специалист, владеющий системным инжинирингом, информационными и когнитивными технологиями, проектным управлением, обладающий глубокими знаниями в области математики, физики, химии, механики, материаловедения, прикладной математики, физико-химической гидродинамики, системного анализа, моделирования сложных систем, синергетики, теорий самоорганизации, операций, принятия решений и т.п.

3. Для успешной реализации целей и задач цифровой экономики (индустрии 4.0) необходимы фундаментализация образования, преодоление препятствий, сложившихся на пути повышения уровня цифровизации инженерного образования (недостаток финансирования; нежелание и непрофессионализм ППС; недостаток цифровых знаний; консерватизм мышления преподавателей), создание условий для реализации принципов подготовки инженерных кадров в цифровой экономике.

4. Важную роль в инженерной деятельности и инженерном образовании играет инженерная педагогика, предметом которой является инженерное образование как развитие опыта инженерной деятельности.

Литература

1. Юшко С.В., Галиханов М.Ф., Кондратьев В.В. Интегрированная подготовка будущих инженеров к инновационной деятельности для постиндустриальной экономики // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 1. С. 65–75.
2. Kondratyev V.V., Ivanov V.G. Main Categories of Engineering Pedagogy // Forming International Engineers for the Information Society. XL IGIP International Symposium on Engineering Education, March 27–30, 2011. Santos, Brazil. P. 353–356.
3. Kirsanov A.A., Kondratyev V.V. Diversity Unifies – Diversity in Engineering Education // Proceeding of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010, Trnava, Slovakia. P. 206–208.

4. *Кирсанов А.А.* [и др.]. Методология инженерной педагогики. М.: Изд-во МАДИ (ГТУ); Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. 215 с.
5. *Кирсанов А.А.* [и др.]. Основы инженерной педагогики. М.: Изд-во МАДИ (ГТУ); Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2007. 498с.
6. *Кирсанов А.А., Кондратьев В.В., Иванов В.Г.* Методологические проблемы инженерной педагогики как самостоятельного направления профессиональной педагогики // Вестник Казанского технологического университета. 2010. № 4. С. 228–249.
7. *Кондратьев В.В.* Инженерная педагогика как основа системы подготовки преподавателей технических университетов // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 2. С. 29–38.
8. *Кондратьев В.В.* Подготовка научно-педагогических кадров, педагогика высшей школы и инженерная педагогика: круглый стол // Высшее образование в России. 2016. № 6. С. 66–71.
9. *Кондратьев В.В., Иванов В.Г.* Инженерное образование и инженерная педагогика: проблемы и решения // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 262–271.
10. *Dreber R., Gornov A.O., Kondratyev V.V.* Concept of the Natural Structure of Engineering Training and the Code of Professional Ethics of an Engineer // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 1. С. 76–85.
11. *Чучалин А.И.* Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // Высшее образование в России. 2018. Т. 27. № 10. С. 47–62.
12. *Чучалин А.И.* Подход CDIO++ к совершенствованию научно-педагогической деятельности преподавателей университета // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 5. С. 18–36.
13. *Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Мазитов Р.М., Шайхутдинова Н.А.* Трансформация системы подготовки специалистов в условиях перехода на ФГОС 3++ // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 5. С. 104–110.
14. *Schwab K.* The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 2016. 184 p.
15. The Global Competitiveness Report 2017–2018: Insight Report / prof. K. Schwab, World Economic Forum, Editor; prof. X.Sala-i-Martin, Chief Advisor of the Global Competitiveness Report, World Economic Forum, Geneva, 2017. 393 p.
16. *Балабанов С.С., Бедный Б.И., Мирносов А.А.* Подготовка научных кадров социогуманитарного профиля в аспирантуре // Социологические исследования. 2008. № 3. С. 70–78.
17. *Бедный Б.И., Мирносов А.А., Рыбаков Н.В.* Аспирантура как институциональный ресурс подготовки кадров для науки и высшей школы (статья 1) // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 8-9. С. 44–54.
18. *Бедный Б.И., Мирносов А.А., Рыбаков Н.В.* Как российская аспирантура выполняет свою главную миссию: наукометрические оценки // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 10. С. 9–24.
19. *Бедный Б.И., Чурфунов Е.В.* Современная российская аспирантура: актуальные направления развития // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 3. С. 9–20.
20. *Оситов П.Н.* Инженерная педагогика как наука и учебный предмет // Управление устойчивым развитием. 2017. № 5. С. 84–88.
21. *Оситов П.Н.* О статусе инженерной педагогики // Методология профессионального образования: сборник научных статей Международной научно-практической конференции, посвящённой научному вкладу академика РАО Александра Михайловича Новикова (30 января 2018 г.) / Под ред. М.В. Никитина, Т.Ю. Ломаквиной. М.: ФГБУ РАО, 2018. С. 254–258.
22. *Сенашенко В.С., Вербицкий А.А., Ибрагимов Г.И., Оситов П.Н.* и др. Инженерная педагогика: методологические вопросы (круглый стол) // Высшее образование в России. 2017. № 11. С. 137–157.
23. *Матушанский Г.У., Завада Г.В., Матушанская Ю.Г.* Барьеры в аспирантской подготовке и при защите кандидатской диссертации // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 8-9. С. 55–66.
24. *Галиханов М.Ф., Хасанова Г.Ф.* Подготовка преподавателей к онлайн-обучению: роли, компетенции, содержание // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 2. С. 51–62.
25. *Гончарук Н.П., Хромова Е.И.* Дидактические и психологические аспекты использования интернет-технологий в высшем профессиональном образовании // Педагогика и психология образования. 2018. № 4. С. 106–117.

Статья поступила в редакцию 16.10.19

После доработки 10.11.19

Принята к публикации 20.11.19

**Engineering Education: Transformation for Industry 4.0
(SYNERGY 2019 Conference Results Review)**

Vladimir V. Kondratyev – Dr. Sci. (Education), Prof., Director of the Centre for Professional Training and Advanced Training of Higher School Teachers, e-mail: vkondr@mail.ru

Mansur F. Galikhanov – Dr. Sci. (Engineering), Prof., Director of the Institute of Additional Professional Education, e-mail: mgalikhanov@yandex.ru

Petr N. Osipov – Dr. Sci. (Education), Prof., Department of Engineering Pedagogy and Psychology, e-mail: posipov@rambler.ru

Farida T. Shageeva – Dr. Sci. (Education), Prof., Department of Engineering Pedagogy and Psychology, e-mail: faridash@bk.ru

Alla A. Kaybiyaynen – Cand. Sci. (Philology), Assoc. Prof., Chief editor of “Technological University” newspaper, e-mail: alhen2@yandex.ru

Kazan National Research Technological University, Tatarstan, Russia

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

Abstract. The article summarizes the results of the plenary session of the international conference «Engineering education: transformation problems for industry 4.0 - SYNERGY-2019», held at the Kazan National Research Technological University from 4 to 5 September 2019. Forum which brought together representatives of universities and industrial enterprises of Russia and abroad, was devoted to the training of engineers of the petrochemical industry. Among its delegates were representatives of international societies for engineering education, five national research universities and nine supporting universities of PC «Gazprom», state authorities and industrial enterprises of Tatarstan. It was possible to observe the work of the plenary session in real time on the Internet in all the supporting universities of Gazprom. The event was organized by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, the International Society for Engineering Pedagogy IGIP, the National Fund of Training of Staff (NFTS), the Association of Engineering Education of Russia (AEER) as well as the Ministry of Industry and Trade of Tatarstan and the Kazan National Research Technological University. The General sponsor was the Public Joint Company «Gazprom». The conference gathered 155 participants from 15 universities of Russia, Kazakhstan and Estonia. Representatives of 11 industrial enterprises spoke, 55 reports made presentations.

Keywords: globalization, digitalization, Industry 4.0, the Fourth Industrial Revolution, engineering education, engineering pedagogy, vocational training, entrepreneurship

Cite as: Kondratyev, V.V., Galikhanov, M.F., Osipov, P.N., Shageeva, F.T., Kaybiyaynen, A.A. (2019). Engineering Education: Transformation for Industry 4.0 (SYNERGY 2019 Conference Results Review). *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 12, pp. 105-122. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>

References

1. Yushko, S.V., Galikhanov, M.F., Kondratyev, V.V. (2019). Integrative Training of Future Engineers to Innovative Activities in Conditions of Postindustrial Economy. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No.1, pp. 65-75. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Kondratyev, V.V., Ivanov, V.G. (2011). Main Categories of Engineering Pedagogy. In: *Forming International Engineers for the Information Society. XL IGIP International Symposium on Engineering Education*, March 27-30. Santos, Brazil, pp. 353-356.

3. Kirsanov, A.A., Kondratyev, V.V. (2010). Diversity Unifies – Diversity in Engineering Education. In: *Proceeding of the Joint International IGIP-SEFI Annual Conference 2010*, Trnava, Slovakia. pp. 206-208.
4. Kirsanov, A.A. (2007). *Metodologiya inzhenernoi pedagogiki* [Methodology of Engineering Pedagogy]. Moscow: Moscow Automobile and Road Institute (Technical University) Publ.; Kazan: Kazan State Technological University Publ. 215p. (In Russ.)
5. Kirsanov, A.A. (2007). *Osnovy inzhenernoi pedagogiki* [Fundamentals of Engineering Pedagogy]. Moscow: Moscow Automobile and Road Institute (Technical University) Publ.; Kazan: Kazan State Technological University Publ. 498p. (In Russ.)
6. Kirsanov, A.A., Kondratyev, V.V., Ivanov, V.G. (2010). [Methodological Problems of Engineering Pedagogy as an Independent Direction of Professional Pedagogy]. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*. No. 4, pp. 228-249. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Kondratyev, V.V. (2018). Engineering Pedagogy as a Base for Technical Teacher Training System. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 27, no. 2, pp. 29-38. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Kondratyev, V.V. (2016). Training of Scientific and Pedagogical Personnel, Higher School Pedagogy and Engineering Pedagogy: Round Table. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 6, pp. 66-71. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Kondratyev, V.V., Ivanov, V.G. (2014). Engineering Education and Engineering Pedagogy: Problems and Solutions. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*. No. 24, pp.262-271. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Dreher, R., Gornov, A.O., Kondratyev, V.V. (2019). Concept of the Natural Structure of Engineering Training and the Code of Professional Ethics of an Engineer. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no.1, pp. 76-85. (In Eng., abstract in Russ.)
11. Chuchalin, A.I. (2018). Engineering Education in the Era of the Industrial Revolution and the Digital Economy. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 27, no. 10, pp. 47-62. (In Russ., abstract in Eng.)
12. Chuchalin, A.I. (2019). CDIO++ Approach to the Improvement of Scientific and Pedagogical Activity of University Teachers. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 5, pp. 18-36. (In Russ., abstract in Eng.)
13. Bakhtizin, R.N., Baulin, O.A., Mazitov, R.M., Shaikhutdinova, N.A. (2019). Transformation of the Training System in the Transition to FSES 3++. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 5, pp. 104-110. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, Geneva, Switzerland, 184p.
15. The Global Competitiveness Report 2017–2018: Insight Report. prof. K. Schwab, World Economic Forum, Editor; prof. X. Sala-i-Martí, Chief Advisor of the Global Competitiveness Report, World Economic Forum, Geneva, 2017. 393 p.
16. Balabanov, S.S., Bednyi, B.I., Mironos, A.A. (2008). [Training of Scientific Personnel of Social and Humanitarian Profile in Postgraduate Study]. *Sociologicheskie issledovaniya = Sociological Studies*. No. 3, pp.70-78. (In Russ., abstract in Eng.)
17. Bednyi, B.I., Mironos, A.A., Rybakov, N.V. (2019). Postgraduate Studies as an Institutional Resource of Training for Science and Higher Education (Article 1). *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 8-9, pp. 44-54. (In Russ., abstract in Eng.)
18. Bednyi, B.I., Mironos, A.A., Rybakov, N.V. (2019). How Russian Doctoral Education Fulfills Its Main Mission: Scientometric Assessments. (Article 2). *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 10, pp. 9-24. (In Russ., abstract in Eng.)

19. Bednyi, B.I., Chuprunov, E.V. (2019). Modern Russian Postgraduate Studies: Current Trends of Development. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 3, pp. 9-20. (In Russ., abstract in Eng.)
20. Osipov, P.N. (2017). [Engineering Pedagogy as a Science and Academic Subject]. *Upravlenie ustoiчивym razvitiem = Management of Sustainable Development*. No. 5, pp. 84-88. (In Russ., abstract in Eng.)
21. Osipov, P.N. (2018). [On the Status of Engineering Pedagogy]. In: Nikitin, M.V., Lomakina, T.Y. (Eds). *Metodologiya professionalnogo obrazovaniya* [Methodology of Professional Education: a Collection of Scientific Articles of the International Scientific-Practical Conference Devoted to the Scientific Contribution of Academician Alexander Mikhailovich Novikov (January 30)]. Moscow: RAE, pp. 254-258. (In Russ.)
22. Senashenko, V.S., Verbitsky, A.A., Ibragimov, G.I., Osipov, P. N. (2017). Engineering Pedagogy: Methodological Issues (Round Table). *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 11, pp. 137-157. (In Russ., abstract in Eng.)
23. Matushansky, G.U., Zavada, G.V., Matushanskaya, Yu. G. (2019). Barriers in Postgraduate Training and in the Defense of a Candidate's Thesis. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 8-9, pp. 55-66. (In Russ., abstract in Eng.)
24. Galikhanov, M.F., Khasanova, G.F. (2019). Teacher Training for Online Learning: Roles, Competencies, Content. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 2, pp. 51-62. (In Russ., abstract in Eng.)
25. Goncharuk, N.P., Khromova, E.I. (2018). [Didactic and Psychological Aspects of the Use of Internet Technologies in Higher Professional Education]. *Pedagogika i psikhologiya obrazovaniya = Pedagogy and Psychology of Education*. No. 4, pp. 106-117. (In Russ., abstract in Eng.)

The paper was submitted 16.10.19

Received after reworking 10.11.19

Accepted for publication 20.11.19

