

Keywords:

industry 4.0, engineering personnel, engineering education organization practices, project-based learning, higher education system, end-to-end technologies

Формирование инженерных компетенций для кадров индустрии 4.0

DOI

Кандидат технических наук, доцент **И.Н. Ким** – инженерно-технологический институт Приморской государственной сельскохозяйственной академии;

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент **А.Э. Комин** – ректор Приморской ГСХА; Кандидат филологических наук, доцент **О.Н. Ивус** – проректор по международной, воспитательной и молодежной политике Приморской ГСХА

@ kimin57@mail.ru;
rector@primacad.ru;
mo-pgsha@yandex.ru

Ключевые слова:

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

FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCIES FOR INDUSTRY 4.0 PERSONNEL

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor **I.N. Kim** – Engineering and Technological Institute of the Primorsky State Agricultural Academy; Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor **A.E. Komin** – Rector of Primorsky State Agricultural Academy; Candidate of Philological Sciences, Associate Professor **O.N. Ivus** – Vice-Rector for International, Educational and Youth Policy of the Primorsky State Agricultural Academy

The article is devoted to the organization of training of young professionals who are able to successfully perform production tasks after graduation in accordance with the requirements of industry 4.0. The development and implementation of robotics, artificial intelligence and other "end-to-end" technologies actualizes the problem of training engineering personnel. Under the conditions of the new technological paradigm, it is necessary to change the system of teaching students in universities. The practices of training future engineers to work in the conditions of industry 4.0, capable of developing the country's economy, ensuring its competitiveness at the world level, are characterized by high professionalism, initiative, creative approach to decision-making and high responsibility for the results of their engineering activities are analyzed. The problem of training such engineers lies in the conservatism of the higher education system and the underdevelopment of teachers who are able to influence the content and critically evaluate the educational programs of universities. A specific solution is proposed to improve the system of interaction between universities and employers in order to train in-demand engineering personnel, whose work can contribute to Russia's entry into the global market for the development of "end-to-end" technologies demanded by industry 4.0.

Сегодня в России существует широко полярный диапазон мнений о качестве современного инженерного образования, который колеблется от системного кризиса

до одного из лучших в мире [17]. Сторонники точки зрения, что инженерное образование находится в системном кризисе, предлагают посмотреть на автомобили, меди-

цинское оборудование, бытовые и другие приборы, подавляющее большинство которых спроектировано и изготовлено за пределами России. Отсюда делается вывод, что российские инженеры неспособны спроектировать современное оборудование и организовать их производство, а причиной этого является именно низкое качество инженерного образования.

Сторонники противоположного мнения считают, что российское инженерное образование является одним из лучших в мире и обычно приводят в качестве доказательства достижения в освоении космоса и нашу военную технику [6; 26]. Кроме того, широко известен тот факт, что многие идеи, пришедшие к нам из западных стран в виде оборудования и машин, были придуманы и спроектированы русскими специалистами, до их эмиграции из России.

Очевидно, что аргументы обеих сторон являются скорее эмоциональными, чем научно-обоснованными, поэтому в инженерно-технических слоях общества возникает стремление создать какую-то объективную *систему оценки измерения качества инженерного образования* [13].

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Серьезным препятствием для мышления современных людей, в том числе представителей инженерии, стала информатизация и цифровизация всех граней жизни, порождающая рост информационной неопределенности. Окруженный множеством поисковых сервисов, человек сегодня имеет возможность получить почти мгновенно ответ на любой заданный вопрос [13]. Однако избыток информации негативно сказывается на деятельности человека, в связи с чем его колоссальные возможности реализуются слабо, поскольку часто мышление человека стремится в направлении эскалации ошибок и проблем [26].

Одной из наиболее острых проблем, стоящих перед современной Россией, является необходимость новой индустриализации [4]. Научно-технологическое развитие промышленности и сельского хозяйства, создание современной мощной производственной базы необходимы для обеспечения безопасности страны, политической и экономической независимости, улучшения социально-экономической ситуации и повышения уровня жизни населения, что особенно хорошо видно на основе санкционной политики западных стран против РФ.

В большинстве российских вузов подготовка инженеров сегодня выглядит следующим образом: преподаватель на лекции излагает теоретический материал, дает сведения о новой технике, технологиях и проводит тренинг со студентами при решении абстрактных задач [22]. Студент «загружает» материал в свою память, часто успешно излагает его на зачетах и экзаменах, но реально не «воспроизводит способы действий», которые могли бы в дальнейшем перерасти в инженерные навыки. Большая часть, зафиксированного в памяти, материала остается невостребованной, во всяком случае для конкретных инженерных решений в дальнейшей профессиональной жизни. Поэтому студент не может воспроизвести полученные знания в новом контексте для достижения принципиально новых целей. Имеющаяся пси-

Статья посвящена организации подготовки специалистов, способных после окончания вуза успешно выполнять задачи производства, в соответствии с требованиями индустрии 4.0. Разработка и внедрение робототехники, искусственного интеллекта и других «сквозных» технологий актуализирует проблему подготовки инженерных кадров. В условиях нового технологического уклада требуется изменить систему обучения студентов в вузах. Проанализированы практики обучения будущих инженеров для работы в условиях индустрии 4.0, способных развивать экономику страны, обеспечивать ее конкурентоспособность на мировом уровне, отличающиеся высоким профессионализмом, инициативой, творческим подходом к принятию решений и высокой ответственностью за результаты своей инженерной деятельности. Проблема подготовки таких инженеров заключается в консервативности системы высшего образования и в слабой развитости преподавателей, способных влиять на содержание и критически оценивать образовательные программы вузов. Предлагается конкретное решение по совершенствованию системы взаимодействия вузов с работодателями, с целью подготовки востребованных инженерных кадров, работа которых может способствовать выходу России на глобальный рынок по развитию «сквозных» технологий, востребованных индустрией 4.0.

хологическая установка на успешное решение учебных задач не может использоваться для других целей, отличных от тех, для которых она формировалась. Отсюда и прекращение обучения в вузе, если нужда в них отпадает.

Большинство российских работодателей считает наличие *навыков критического мышления* неотъемлемым условием успешного трудоустройства и выполнения работником требований современного производства [16]. Специалистам необходимо наличие такой универсальной компетенции как «системное и критическое мышление», формируемое при подготовке будущих молодых кадров и переобучения ныне работающих. Однако этого недостаточно, поскольку в условиях конкурентной борьбы между странами требуется выработать у работников личную потребность в освоении нового, что появляется как на отечественных предприятиях, так и зарубежных. Возникает необходимость формирования, еще в период получения профессии, такой универсальной компетенции, как способность *интересоваться новым и оперативно осваивать новации* на своем рабочем месте.

Во многих развитых странах представлены группы профессий и навыков, востребованных работодателями уже сейчас и от того насколько система образования способна подготовить требуемых специалистов зависит экономическое и политическое положение государства в мировом сообществе. В состязании за технологическое лидерство особую роль и значение приобретают подготовка кадров для тех

отраслей экономики, которые в первую очередь способствуют переходу на новый этап технологического развития [4].

ПРОБЛЕМЫ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ ПРИ ИНДУСТРИИ 4.0

В 2016 г. было озвучено, что с начала 2000-х годов человечество находится на пороге Четвертой промышленной революции (индустрия 4.0) [23]. Переход к новому этапу развития общества опирается на Третью (цифровую) революцию и характеризуется «вездесущим» и мобильным Интернетом, миниатюрными производственными устройствами, искусственным интеллектом и обучающими машинами. Основными драйверами развития общества выступают технологические достижения физического, цифрового и биологического мира [4]. Запускается процесс обновления технического оснащения предприятий. Возникает необходимость непрерывного освоения новых знаний и умений, усиливается конкуренция между странами за технологическое лидерство [16]. В условиях нового технологического уклада предъявляются иные требования к знаниям и навыкам специалистов, трансформируется система организации учебного процесса, появляются новые профессии взамен устаревших, а часть из них и вовсе исчезают [8].

Обсуждение данных вопросов представлено в публикациях российских и, в основном, зарубежных исследователей. Попытка максимально приблизить инженерную подготовку к повседневной инженерной деятельности была предпринята в широко распространенной в США программе STEM, которая синтезировала последние достижения педагогической науки в этой области [10; 24]. Авторами программы отмечается приоритетность комбинирования традиционной формы подготовки специалистов, с опорой на самостоятельное освоение знаний в процессе профессиональной деятельности. Другой попыткой сблизить инженерное образование с решением реальных инженерных задач является проект «Всемирная инициатива CDIO» (Планировать – Проектировать – Производить – Применять), в основу которой положены 12 стандартов, где сформулированы действия, обеспечивающие улучшение инженерной подготовки [10]. Одной из важных составляющих CDIO является стандарт, определяющий наличие в учебном плане двух или более проектов, предусматривающих получение студентом опыта проектно-внедренческой деятельности. Инициатива призвана измерить природу инженерного образования, вернуть ему фокус на изобретательские компетенции.

В настоящее время требования ФГОСов не гарантируют ни качества освоения образовательных программ, ни даже соответствия содержания образования современным представлениям [5; 11]. Поэтому необходимо в короткие сроки провести модернизацию высшего образования, добиться качественного изменения в подготовке студентов, прежде всего по перспективным направлениям технологического развития.

Сегодня скорость изменения технологий достигла невиданных ранее масштабов. В частности, индустрии 4.0 нужен новый инженер, не только хорошо

владеющий конкретной технологией, но обладающий системным мышлением, способный организовать взаимодействие различных технологий [8]. Корпорациям больше не нужны просто инженеры, они ищут людей с инженерным мышлением и гибкими управленческими навыками. Высокотехнологичные предприятия во всем мире испытывают дефицит квалифицированных инженерных кадров новой генерации [15]. В то же время реальная экономика требует линейных инженеров, которые должны непосредственно трудиться рядом с рабочими в шахтах, на производстве и осуществлять контроль, выявлять несоответствия и корректировать технологический процесс, а также руководить рабочими.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Для того, чтобы определиться со стратегиями подготовки, нужно прежде всего ответить на вопрос: инженер – профессия элитная или массовая? Представляется, что в цифровой экономике будут востребованы инженеры разного типа, а именно [1]:

- **инженеры-архитекторы**, обладающие системным мышлением, способные задумать сложную систему, собрать команды для реализации проекта и организовать его выполнение;

- **инженеры-проектировщики** – глубокие профессионалы в своей области, способные спроектировать сложную систему. Это элитные специалисты, которые будут создавать инструменты проектирования систем. И тут встает вопрос, а кто будет обслуживать эти сложнейшие системы, обеспечивая их работоспособность. Очевидно должен быть еще один тип инженера;

- **инженеры по обслуживанию сложных систем и механизмов**, владеющие современными технологиями и понимающие, как эти системы живут и работают. То есть должна появиться большая когорта таких инженеров в виде массовой профессии, которые должны постоянно отслеживать новые появляющиеся тренды.

Сегодня нельзя подготовить инженера без привлечения его к выполнению реальных прикладных проектов, однако реализация такой подготовки может быть основана на разных моделях. Следует отметить, что эти модели не должны противопоставлять друг другу, это совершенно разные модели, для которых нужны инженеры разного типа и уровня подготовки [3]. Поэтому необходимо формирование образовательного пространства, ориентированного на подготовку инженеров для цифровой экономики.

Ключевым вопросом такого пространства является создание требований современного цифрового производства на процесс обучения, позволяющего организовать цепочку «запрос на развитие индустрии – подбор технологий – сборка элементов оборудования – запрос на компетенции персонала» [1]. Успешность функционирования такой цепочки определяется взаимодействием «технологический партнер – вуз – индустриальный партнер». Это взаимодействие служит средой для формирования новых компетенций, как отвечающих реальным запросам промышленности и обеспеченных технологически-

ми достижениями, но не обеспеченных кадрами, так и опережающих текущие запросы промышленности и обеспечивающих кадровый потенциал для внедрения новых технологий [15].

ТРАДИЦИИ, МИССИЯ И СТРАТЕГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЬ

Анализ сформировавшейся системы российского инженерного образования позволяет выделить четыре основные традиции, которым следовали передовые инженерные вузы страны. Обязательным шагом, при формировании концепции выполнения любого проекта, является обоснование базовых принципов, опора на которые – не только определенная гарантия успеха, но и обеспечивающая привлекательность всего проекта для его участников и партнеров [5].

Принцип опоры на традиции. Традиции – основа достижения успеха, они суть корпоративной культуры вуза и основа установления ценностей, следование которым естественно для каждого члена коллектива. Принцип заключается в создании системы, обеспечивающей укрепление и развитие традиций, а также развитие корпоративной культуры инженерного вуза и возможности участникам проекта беспрепятственно следовать им [18]. Принцип реализуется за счет систематического мониторинга состояния корпоративной культуры, использования наиболее эффективной составляющей потенциала системы образования для достижения поставленных целей. Реализация этого принципа осуществляется за счет создания условий для укрепления и эффективного использования каждой из указанных традиций.

Единство учебного и научного процессов. Соединение науки и образования в единый комплекс дает значительный положительный эффект для высшей школы. Во-первых, это позволяет преподавателю оставаться в курсе последних достижений науки и техники, поддерживать к ним свой интерес и способствовать развитию такого интереса у студентов [7]. Во-вторых, это позволяет сближать уровень учебных программ с уровнем научно-технических достижений в определенной области знаний, что является достаточно актуальной проблемой для мировой высшей школы.

Сегодня система высшего образования как никогда должна идти в ногу со временем, но она всегда несколько отстает, и чем быстрее прогрессирует наука, тем заметнее отставание. Прежде чем новый материал включается в учебные программы, проходит значительный период времени. В высшей школе многих стран этот временной лаг сведен практически к минимуму, чему способствует соединение науки и образования в единую целостную систему, а также значительно снижается проблема обучения новым знаниям студентов, что особенно важно при подготовке исследователей и инженеров [6].

Основательная практическая подготовка будущих инженеров. Основой для серьезной практической подготовки выпускников были и остаются тесные связи вузов с предприятиями реального сектора экономики. Система хорошо продуманных производственных, технологических, конструкторских и преддипломных студенческих практик, профильных мастерских, где будущие инженеры могут получить рабочие профессии, выполнение студентами

большого числа реальных курсовых проектов под руководством представителей производства, создание в составе вуза КБ, инжиниринговых центров – все это представляет собой основу, создающую благоприятные условия возрождения и укрепления традиций, следование которым гарантирует достижение цели инженерного образования [3].

Высокий уровень требования к студентам. Обычно уровень требований к студентам вузов отражался в доле отчисляемых за академическую неуспеваемость. Несмотря на высокий уровень требований, в вузах страны в прошлом веке абсолютный процент «отсева» студентов, колебался от 20 до 40%, а относительный процент был еще ниже, так как часть отчисленных студентов позднее восстанавливалась и заканчивала обучение немного позже. Естественно, таким отсеком выстраивался барьер, не позволяющий недобросовестным студентам попасть в число дипломированных инженеров [11]. Снятие ограничения на отсев приведет к увеличению стоимости подготовки условного выпускника, однако это будет плата не только за качество образования, но и за качество инженерной деятельности.

Принцип диверсификации. На смену принципу «всех научим всему» должен прийти принцип «научим тому, что необходимо, научим тех, кто способен научиться». Осуществить эти изменения можно следуя принципу диверсификации инженерного образования – это некоторое дробление с ориентацией на требования и пожелания конкретных заказчиков [18].

ИНЖЕНЕРНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ

Качество выпускников вузов, их образованность учитывается по уровню приобретенных компетенций [12]. Значит качество выпускников зависит от того, насколько сформулирован перечень компетенций и от того, насколько они овладели этими компетенциями. Первый фактор будет определять содержание обучения и воспитания обучаемых, а второй – организацию и осуществление образовательного процесса. А результативное использование сформированных компетенций выпускник вуза продемонстрирует в процессе профессиональной деятельности. Для мониторинга образовательного процесса целесообразно сопоставить результаты обучения к результатам профессиональной деятельности, чтобы оценить уровень подготовки специалиста, компетенции которого, по мере выполнения различных работ, будут совершенствоваться, а также появляться новые.

Компетентность относится к группе профессиональных компетенций, которые более конкретны и понятны преподавателям и студентам [21]. Значительно сложнее для понимания универсальные компетенции. Если разработать признаки проявления всех компетентностей модели выпускника, то в совокупности это будет паспорт профессиональной подготовки студентов по данному направлению, который целесообразно согласовывать с отраслевыми профессиональными стандартами.

Вполне разумно использовать общий подход к подготовке будущих инженеров, компетентность которых сводится к умению **исследовать, проек-**

тировать и управлять [11]. Конечно, эти общие компетентности относятся к профессиональной подготовке студентов в вузе. В настоящее время в основных образовательных программах результаты освоения выпускниками представлены в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, разработанных в вузе.

Нужно признать, что в плане конкретной профессиональной подготовки выпускников за эти годы мало что изменилось. Квалификационные требования «перекочевали» в разряд компетенций, а в содержание подготовки специалистов постоянно вносятся изменения, вызванные научными и техническими достижениями, цифровизацией в производственной и управленческой деятельности. Профессиональные компетенции будущих выпускников заложены в программах специальных дисциплин и практик, а общепрофессиональные его компетенции должны быть сформулированы в основной образовательной программе каждого вуза [21]. Целесообразно компетенции представить по трем категориям: исследовать, проектировать и управлять, что позволит осуществлять требуемый набор компетенций для определенной группы обучаемых.

Для формирования инженерных навыков нужно обладать инструментами их реализации. Студенту такой инструментарий часто не доступен, поскольку на пороге вуза он не обладает способами совершения инженерных операций, а в период обучения не имеет возможности их приобретения [24]. При информативной технологии обучения об этом может не знать и преподаватель, поскольку для его освоения необходимо использовать принцип «одна дисциплина – один преподаватель», в то время как инженерные компетенции находятся в междисциплинарном поле. Объединение столь сложной информации возможно в практической подготовке студента. Но для этого преподавателю самому нужно пройти через соответствующую инженерную деятельность и уметь проектировать учебный процесс с учетом именно этого практического опыта [19]. Сегодня такое наставничество является скорее экзотикой, чем правилом.

КАКОЙ ДОЛЖНА БЫТЬ СОВРЕМЕННАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ПОДГОТОВКА

Основной моделью инженерной подготовки должна стать деятельность студента, выступающая в качестве учебного аналога настоящей инновационной деятельности, способствующей развитию у будущих инженеров, прежде всего, **изобретательских способностей**. Для этого необходима целенаправленная работа студента как по овладению отдельными ментальными приемами поиска новых решений, так и по проектированию своих индивидуальных способов решения технических задач. В качестве эффективного примера закрепления изобретательских навыков можно привести метод теории решения изобретательских задач, в котором поясняется, что при многократных положительных результатах поиска технических решений формируется «ментальный» механизм, упрощающий в дальнейшем поиск новых решений [2]. Иными словами, когда техническое решение успешно генерируется личностью и успех до-

стигается ею многократно в разных изобретениях, формируется развитая способность к изобретательской деятельности.

Сформулированные во ФГОС 3++ универсальные компетенции поднимают требования к новому поколению инженерных кадров на качественно более высокий уровень, включающий системное и критическое мышление, саморазвитие, командную работу и лидерство, их формирование у студентов проходит сложный период становления, так как под них чаще всего нет конкретных учебных элементов [11]. Если способности к интеллектуальным действиям выпускника должны формироваться при изучении большинства дисциплин, то личностные свойства и социальные характеристики формируются в общении и взаимодействии с преподавателем, а также на различных учебных и иных мероприятиях.

Рынок труда требует от выпускников инженерных вузов освоения широкого спектра компетентностей: предпринимательских, способности обучаться самостоятельно в течение жизни, умения фокусироваться на решении проблем, а не на накоплении знаний [12]. Чем должен обладать выпускник вуза? Прежде всего тем, что потребуется в жизни и профессиональной деятельности. Введение компетенций в стандарты в качестве результатов образования – это лишь обозначение перемен, за этим должно последовать преобразование системы воспитания и обучения студентов для их достижения.

Для современной жизни недостаточно приобретения выпускниками вузов только профессиональных компетенций, поскольку личность проявляется и формируется в деятельности и общении. Студент должен готовиться к противоречию между растущими требованиями общества и личным уровнем его собственного развития [9; 14]. Сглаживать возникающие противоречия можно только повышением уровня собственного развития. Планируемый результат учебного процесса будет достигаться успешнее при подготовке к освоению образовательной программы ключевого участника – студента. Речь идет об его интеллектуальном развитии, серьезной мотивированности к приобретению специальности, которая может стать основой будущей жизни [20; 25]. В этом случае, корпоративная культура вуза имеет важнейшее значение, ибо она с одной стороны, может способствовать воспроизводству лучших преподавателей вузов, а с другой – создавать предпосылки для эффективной профессиональной самореализации выпускников [19].

В итоге получается, что различных процедур и механизмов, направленных на обеспечение качества, много, а качество инженерного образования продолжает снижаться и до сих пор не удовлетворяет ожиданий потребителей. Для того, чтобы добиться реальных результатов в рассматриваемой проблеме, требуются не лозунги, а конкретизация обоснованных комплексных мер, направленных на достижение цели, на основе системного и процессного подходов с учетом понимания сущности и значимости базовых факторов, определяющих качество высшего образования. Комплексная система мер должна быть многоуровневой и реали-

зовываться одновременно на уровне государства, на уровне Федеральных учебно-методических объединений, вуза и профилирующей кафедры.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Агамирзян И.Р. Некоторые современные подходы к инженерному образованию / И.Р. Агамирзян, Е.А. Крук, В.Б. Прохорова // Высшее образование в России. – 2017. – №11. – С.43-47.
- Agamirzyan I.R. Some modern approaches to engineering education / I.R. Agamirzyan, E.A. Kruk, V.B. Prokhorova // Higher education in Russia. – 2017. – No.11. – Pp.43-47.
- Альтшуллер Г.С. Найди идею. Введение в теорию решения изобретательских задач. – М.: Альпина Паблишерз, 2011. – 400 с.
- Altshuller G.S. Find an idea. Introduction to the theory of solving inventive problems. – M.: Alpina Publishers, 2011. – 400 p.
- Двуличанская Н.Н. Инженерное образование: практико-ориентированный подход / Н.Н. Двуличанская, В.Б. Пясецкий // Высшее образование в России. – 2017. – №7(214). – С.147-151.
- Dvilichanskaya N.N. Engineering education: a practice-oriented approach / N.N. Dvilichanskaya, V.B. Pyasetsky // Higher education in Russia. – 2017. – №7(214). – Pp.147-151.
- Иванов В.В. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. / В.В. Иванов, Г.Г. Малинецкий – М.: РАН, 2017. – 64 с.
- Ivanov V.V. Digital economy: myths, reality, perspective. / V.V. Ivanov, G.G. Malinetsky – M.: RAS, 2017. – 64 p.
- Исаев А.П. Мягкие навыки для успешной карьеры выпускников инженерного профиля / А.П. Исаев, Л.В. Плотников // Высшее образование в России. – 2021. – №10. – С.63-77.
- Isaev A.P. Soft skills for a successful career of engineering graduates / A.P. Isaev, L.V. Plotnikov // Higher education in Russia. – 2021. – No.10. – Pp.63-77.
- Казаков Ю.М. Инженерное образование на основе интеграции с наукой и промышленностью / Ю.М. Казаков, Н.Ю. Башкирцева, М.В. Журавлева, Г.О. Ежкова и другие // Высшее образование в России. – 2020. – №12. – С.105-118.
- Kazakov Yu.M. Engineering education based on integration with science and industry / Yu.M. Kazakov, N.Y. Bashkirtseva, M.V. Zhuravleva, G.O. Yezhkova and others // Higher education in Russia. – 2020. – No. 12. – Pp.105-118.
- Ким И.Н. Профессиональная деятельность преподавателя российского вуза: сложившиеся стереотипы и необходимость перемен // Высшее образование в России. – 2014. – №4. – С.39-47.
- Kim I.N. Professional activity of a teacher of a Russian university: past stereotypes and the need for change // Higher education in Russia. – 2014. – No. 4. – Pp.39-47.
- Кондратьев В.В. Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 (обзор конференции) / В.В. Кондратьев, М.Ф. Галиханов, П.Н. Осипов, Ф.Т. Шагеева, А.А. Кайбияйнен // Высшее образование в России. – 2019. – №12. – С.105-122.
- Kondratiev V.V. Engineering education: problems of transformation for Industry 4.0 (review of the conference) / V.V. Kondratiev, M.F. Galikhanov, P.N. Osipov, F.T. Shageeva, A.A. Kaibiyainen // Higher education in Russia. – 2019. – No.12. – Pp.105-122.
- Коробцов А.С. Качество инженерного образования: лозунги и реальность // Инженерное образование. – 2020. – Вып.27. – С.27-36.
- Korobtsov A.S. Quality of engineering education: slogans and reality // Engineering education. – 2020. – Issue 27. – Pp.27-36.
- Кроули Э.К. Переосмысление инженерного образования. Подход CDIO. / Э.К. Кроули, Й. Малмквист, С. Остлунд, Д.Р. Бродер, К.М. Эдстрем. – М.: ВШЭ, 2015. – 504 с.
- Crowley E.K. Rethinking engineering education. Approach to the CDIO initiative. / E.K. Crowley, J. Malmqvist, S. Ostlund, D.R. Broder, K.M. Edstrom. – Moscow: HSE, 2015. – 504 p.
- Кузьминов Я.И., Юдкевич М.М. Университеты в России: как это работает. / Я.И. Кузьминов, М.М. Юдкевич. – М.: Высшая школа экономики, 2021. – 616 с.
- Kuzminov Ya.I., Yudkevich M.M. Universities in Russia: how it works. / Ya.I. Kuzminov, M.M. Yudkevich. – M.: Higher School of Economics, 2021. – 616 p.
- Латышев А.С. Управление конкурентоспособностью современного российского университета: состояние, вызовы и ответы / А.С. Латышев, Ю.П. Похолоков, М.Ю. Червач, А.Н. Шадская // Университетское управление: практика и анализ. – 2017. – Т.21. – №5. – С.6-16.
- Latyshev A.S. Competitiveness management of a modern Russian university: state, challenges and answers / A.S. Latyshev, Yu.P. Pokholkov,
- M.Yu. Chervach, A.N. Shadskaya // University management: Practice and analysis. – 2017. – Vol.21. – No. 5. – Pp.6-16.
- Лихолетов В.В. Вопрошание в профессионально-творческую деятельность современного инженера // Инженерное образование. – 2021. – Вып. 29. – С.7-22.
- Likholotov V.V. Questioning the professional and creative activity of a modern engineer // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.7-22.
- Мариненко Т.Е. Система науки и образования как базовый элемент инновационной среды в АПК // Техника и оборудование для села. – 2021. – №1(283).
- Marinenko T.E. The system of science and education as a basic element of the innovation environment in the agro-industrial complex // Machinery and equipment for the village. – 2021. – №1(283).
- Меренков А.В. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0 / А.В. Меренков, О.Я. Мельникова // Инженерное образование. – 2021. – Вып.29. – С.23-32.
- Merenkov A.V. Practices of organization of training of engineering personnel, demanded by industry 4.0 / A.V. Merenkov, O.Ya. Melnikova // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.23-32.
- Полицинский Е.В. К вопросам непрерывного технологического образования // Инженерное образование. – 2021. – Вып.30. – С.43-49.
- Politsinsky E.V. On the issues of continuous technological education // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.43-49.
- Похолоков Ю.П. Уровень подготовки инженеров в России / Ю.П. Похолоков, С.В. Рожкова, К.К. Толкачева / Оценка проблемы и пути решения. – 2012. – Т.4. – Вып.7. – С.6-14.
- Pokholkov Yu.P. The level of training of engineers in Russia / Yu.P. Pokholkov, S.V. Rozhkova, K.K. Tolкачева / Assessment of the problem and solutions. – 2012. – Vol.4. – Issue 7. – Pp.6-14.
- Похолоков Ю.П. Инженерное образование России: проблемы и решения. Концепция развития инженерного образования в современных условиях // Инженерное образование. – 2021. – Вып. 30. – С.96-105.
- Pokholkov Yu.P. Engineering education in Russia: problems and solutions. The concept of development of engineering education in modern conditions // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.96-105.
- Пушных В.А. Влияние корпоративной культуры на результаты деятельности университетов в проекте «5-100» / В.А. Пушных, Н.С. Гулиус, Е.Ю. Яткина / Высшее образование в России. – 2021. – Т.30. – №7. – С.32-40.
- Pushnykh V.A. The influence of corporate culture on the results of universities' activities in the 5-100 project / V.A. Pushnykh, N.S. Gulus, E.Y. Yatkina / Higher education in Russia. – 2021. – Vol.30. – No.7. – Pp.32-40.
- Пушных В.А. Холистический подход к оценке качества инженерного образования // Инженерное образование. – 2021. – Вып.29. – С.105-113.
- Pushnykh V.A. Holistic approach to assessing the quality of engineering education // Engineering education. – 2021. – Issue 29. – Pp.105-113.
- Соловьев В.П. Инженерные компетентности: исследовать, проектировать, управлять / В.П. Соловьев, Т.А. Перескокова // Инженерное образование. – 2021. – Вып.30. – С.30-42.
- Solovyov V.P. Engineering competencies: research, design, manage / V.P. Solovyov, T.A. Pereskokova // Engineering education. – 2021. – Issue 30. – Pp.30-42.
- Сысоев А.А., Весна Е.Б. О современной модели инженерной подготовки / А.А. Сысоев, Е.Б. Весна // Высшее образование в России. – 2019. – №7. – С.94-101
- Sysoev A.A., Vesna E.B. About the modern model of engineering training / A.A. Sysoev, E.B. Vesna // Higher education in Russia. – 2019. – No. 7. – Pp.94-101
- Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Эксмо, 2016. – 138 с
- Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. – Moscow: Eksmo, 2016. – 138 p.
- Щеглова И.А. Роль студенческой вовлеченности в развитии критического мышления / И.А. Щеглова, Ю.Н. Корешкова, О.А. Паршина // Вопросы образования. – 2019. – №1. – С. 264-289].
- Shcheglova I.A. The role of student involvement in the development of critical thinking / I.A. Shcheglova, Yu.N. Koreshkova, O.A. Parshina // Questions of education. – 2019. – No. 1. – Pp. 264-289].
- Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution // Amfiteatru Economic, 2019. – Special Issue 13. – P.884-895.
- Min J. et al. The Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Occupational Health and Safety, Worker's Compensation and Labor Conditions // Safety and Health at Work. – 2019. – № 10. – P. 400-408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>