

УДК 316.334.22

DOI 10.54835/18102883\_2021\_29\_2

## ПРАКТИКИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ, ВОСТРЕБОВАННЫХ ИНДУСТРИЙ 4.0

**Меренков Анатолий Васильевич,**

доктор философских наук, профессор,  
заведующий кафедрой прикладной социологии,  
anatoly.mer@gmail.com

**Мельникова Ольга Ярославовна,**

кандидат социологических наук,  
преподаватель кафедры прикладной социологии,  
arteolya@yandex.ru

Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
620083, г. Екатеринбург, ул. Ленина 51.

Статья посвящена рассмотрению практик организации подготовки молодых специалистов, способных после окончания вуза успешно выполнять задачи производства в соответствии с требованиями индустрии 4.0. Разработка, внедрение и распространение робототехники, искусственного интеллекта и других «сквозных» технологий актуализирует проблему подготовки инженерных кадров. В условиях нового технологического уклада требуется изменить систему обучения студентов в вузах. В статье приводятся материалы социологических исследований, проведенных с 2016 по 2020 годы методом глубинного интервью с работодателями, представляющими крупный и средний бизнес. С периодичностью раз в два года было опрошено свыше 80 руководителей разных структурных подразделений промышленных предприятий и организаций, в штате которых трудятся молодые специалисты. В ходе исследования выявлены требования работодателей к выпускникам вузов, получена информация о готовности участвовать в повышении качества профессиональной подготовки студентов. Проанализированы новые практики обучения будущих инженеров для работы в условиях индустрии 4.0. Приводится пример работы проекта «Национальная технологическая инициатива», запущенного в России в 2017 году. Проект представляет собой комплекс мероприятий, направленный на формирование и реализацию девяти перспективных направлений на основе «сквозных» технологий. Для подготовки требуемых специалистов созданы Центры компетенций и Университет НТИ 20.35. Анализируется опыт США, где с 2012 года проходит Национальный день производства (т.н. MFG Day). Помимо MFG Day рассматривается опыт организации проектного обучения на основе заявок организаций с целью решения конкретных рабочих задач силами студентов. Показано, что включение в разработку проектов подкрепляет интерес к профессии и мотивирует студентов к трудоустройству по специальности. Возрастает понимание значимости знаний, получаемых по базовым предметам в первые годы учебы. 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.

**Ключевые слова:** индустрия 4.0, инженерные кадры, практики организации инженерного образования, проектное обучение, система высшего образования, «сквозные» технологии

### Введение

В 2016 году в Давосе Президентом Всемирного экономического форума (ВЭФ) К. Швабом [1] было озвучено, что с начала 2000-х годов человечество находится на пороге Четвертой промышленной революции (индустрии 4.0). Переход к новому этапу развития общества опирается на Третью (цифровую) революцию и характеризуется «"вездесущим" и мобильным Интернетом, миниатюрными производственными устройствами, искусственным интеллектом и обучающимися машинами». Основными драйверами развития общества

выступают во взаимосвязи технологические достижения физического, цифрового и биологического мира [2]. Запускается процесс обновления технического оснащения предприятий, возникает необходимость непрерывного освоения работниками новых знаний и умений, усиливается конкуренция между странами за технологическое лидерство. В условиях нового технологического уклада предъявляются иные требования к знаниям и навыкам специалистов, трансформируется система организации учебного процесса, появляются новые профессии взамен устаревшим, неко-

торые из них и вовсе исчезают. Обсуждение данных вопросов представлено в работах зарубежных и российских исследователей.

### Обзор литературы

Опираясь на данные Министерства труда США, Дж. Мин и его коллеги [3] сообщают о сокращении рабочих мест на две трети с 1960 по 2014 годы. Причиной стало увеличение производительности труда и средней почасовой заработной платы. Она выросла на 85 % с 1973 по 2014 годы. В то же время, появились новые рабочие места в результате автоматизации производства. Происходит замена человека робототехникой. Особенно активно этот процесс идет в автомобилестроении, сырьевой и электронной промышленности.

Американские исследователи К.Б. Фрей и М.А. Осборн [4] считают, что 47 % рабочих мест в США будут заменены системами с искусственным интеллектом в ближайшие 10–20 лет, а в Корее – 57 % [5]. На 2016 год 70 % специалистов от общей численности рабочей силы в Корее занимают должности с высокой степенью риска замены их труда роботами [6]. Из-за таких рисков, работникам потребуется существенно повысить квалификацию, либо приобрести новую профессию. Согласно данным международной компании McKinsey к 2030 году во всем мире почти 375 миллионов человек должны получить новые профессиональные знания и умения в связи с повсеместным внедрением компьютерной техники [7].

Анализ зарубежных и российских работ показал, что не существует единого мнения о том, какие навыки должны получить работники, чтобы быть востребованными на рынке труда. По мнению французских исследователей М. Аннунциаты и Х. Буржуа [8], современные специалисты должны обладать навыками STEM, креативностью, критическим мышлением, способностями решать новые производственные задачи. В условиях повсеместного внедрения технологических разработок в рабочие процессы навыки STEM становятся базовыми для работы в любой сфере деятельности. Кроме того, по данным исследования, проведенного И.А. Шегловой, Ю.Н. Корешниковой, О.А. Паршиной среди российских работодателей, большинство считает наличие навыков критического мышления неотъемлемым условием успешного трудоустройства и выполнения работником требований

современного производства [9]. Специалистам требуется наличие такой универсальной компетенции как «системное и критическое мышление», формируемое при подготовке будущих молодых кадров и переобучения ныне работающих. На наш взгляд, этого недостаточно. В условиях конкурентной борьбы между странами требуется выработать у работников личную потребность в освоении нового, что появляется как на отечественных предприятиях, так и в других странах. Возникает необходимость формирования еще в период получения профессии такой универсальной компетенции, как способности интересоваться новым, что проявляется в профессиональной деятельности и оперативно осваивать новации на своем рабочем месте.

Румынские исследователи Е. Готсман-Берковичи и А. Берковичи выделяют четыре группы навыков, освоение которых требуется специалистам для успешной работы в условиях перехода к новому технологическому укладу [7]. Первая из них – базовые навыки. Имеются в виду направленность на знание цифровых технологий и владение базовыми математическими способностями. Вторая — навыки межличностного общения, выражающиеся в способности к профессиональному общению с коллегами по работе, руководством, налаживанию связей с заказчиками, потребителями продукции. Третья – профессиональные навыки, определяющие квалифицированное выполнение трудовых обязанностей. Наконец, четвертая группа – способность приобретать новые компетенции на протяжении всей жизни. Решить данную задачу трудно, если не выработан в процессе обучения навык участия в создании и внедрении разных новаций.

В 2020 году на ВЭФ были названы профессии, которые будут востребованы в ближайшем будущем (Care Professions, Data and Artificial Intelligence, Engineering and Cloud Computing, Green Professions, Marketing, Sales and Content, People and Culture, Product Development) и навыки, которыми должны обладать специалисты каждой из перечисленных [10]. Оказалось, что любая профессиональная деятельность в том или ином виде предполагает наличие компьютерной грамотности. В одном случае, это может быть программирование, а в другом — использование аналитических методов, параллельная обработка данных и т. д.

Во многих развитых странах представленные группы профессий и навыков востребованы работодателями уже сейчас и от того, насколько система образования готова подготовить требуемых специалистов зависит экономическое и политическое положение государства в мировом сообществе. В состязании за технологическое лидерство особую роль и значение приобретает подготовка кадров для тех отраслей экономики, которые в первую очередь способствуют переходу на новый этап технологического развития [11].

Еще в конце XX века профессиональное образование было направлено на приобретение знаний и навыков, актуальность которых могла сохраняться на протяжении 10–15 лет после получения диплома. Организация учебного процесса преимущественно основывалась на освоении теории, которой было достаточно для работы на производстве. Материально-техническое оснащение, условия выполнения труда, требования к работникам не менялись десятилетиями.

Уже на рубеже XXI века, когда человечество находилось на пороге Третьей цифровой революции стало очевидным, что знаний, полученных в вузе при традиционной системе обучения недостаточно для выполнения профессиональных задач. Совершенствование технологий, техническое переоснащение предприятий, повсеместное внедрение компьютерной техники привели к появлению у работодателей более высоких требований к подготовке молодых специалистов. В условиях работы с искусственным интеллектом, необходимостью обработки больших данных, возможностями облачного хранения информации, робототехники и других достижений индустрии 4.0 потребовался переход к более высокой ступени организации профессионального образования. Такой ступенью стала модель образования 4.0.

Данная модель включает восемь наиболее важных направлений, нацеленных на формирование четырех базовых навыков молодых специалистов путем изменения системы организации обучения. Требуемыми провозглашаются навыки «всемирного гражданства» (имеется в виду знание о процессах, происходящих в мировой науке, технологиях, производствах и готовность активно осваивать новое); умение включаться в инновационную, творческую деятельность; умение использовать новейшие технологии, появляющиеся в

разных сферах производства, общественной жизни; осуществлять коммуникацию, направленную на совместный поиск способов развития профессиональной, социокультурной и иной деятельности [12]. Следует отметить, что российскими исследователями годом ранее были обозначены подобные навыки как наиболее востребованные компетенции в условиях цифровой экономики и перехода к индустрии 4.0 [13]. Решение данных задач требуют глубоких преобразований в организации системы высшего и среднего профессионального образования.

Данная проблема обсуждалась на международной сетевой научно-практической конференции «Инженерное образование: проблемы трансформации для индустрии 4.0 – СИНЕРГИЯ-2019», прошедшей в Казанском технологическом университете. Отмечалось, что, с одной стороны, повсеместное внедрение цифровых технологий, искусственного интеллекта и робототехники влечет за собой сокращение инженерных кадров, с другой стороны, потребность в инженерах, соответствующих новым требованиям, возрастает. Выпускники вузов должны, в частности, обладать более высоким уровнем знаний по естественнонаучным, техническим и математическим наукам [14]. В 2020 году на юбилейной пятой конференции «Синергия» участники вновь обозначили сохраняющуюся проблему «дефицита квалифицированных инженерных кадров новой генерации». «Рынок труда требует от выпускников инженерных вузов освоения широкого спектра компетенций: предпринимательских, способности обучаться самостоятельно в течение жизни, умения фокусироваться на решении проблем, а не на накоплении знаний» [15]. Обучение должно быть индивидуальным и по гибкому графику, доступным и при необходимости инклюзивным, проблемным и совместным, а также непрерывным.

### Результаты исследований

В период с 2016 по 2020 годы методом глубинного интервью нами проводились опросы работодателей, представляющих крупный и средний бизнес. С периодичностью раз в два года было опрошено свыше 80 руководителей разных структурных подразделений промышленных предприятий, организаций, имеющих опыт взаимодействия с молодыми специалистами. Целью исследования было выявление

требований к качеству подготовки выпускников вузов, а также выяснение готовности участвовать в ее повышении. На протяжении всего периода исследования респондентами отмечался недостаток навыков практической деятельности. «Теорию еще как-то знают, но как ее применить при решении конкретных задач, – вот проблема. Приходится тратить время на переобучение. Уходит несколько месяцев» (гл. инженер, 2016 г.). «Качество подготовки молодых инженеров весьма низкое. Не умеют решать производственные проблемы, которые постоянно возникают. Самостоятельно выполнить работу, которую им поручают, многие не могут» (нач. цеха, 2018 г.).

Некоторыми отечественными и зарубежными исследованиями данное явление называется «skill gap» под которым понимается «разрыв между ожиданиями работодателей и имеющимися на рынке труда компетенциями выпускников профессиональных учебных заведений» [16]. Для преодоления этого разрыва в Болгарии выпускникам в возрасте до 29 лет, которые не смогли найти место работы, предлагается участие в программе «Начало карьеры». Она позволяет молодым специалистам в течение 9 месяцев получать опыт трудовой деятельности в органах управления региона. Другой проект «Старт карьеры в Благоевградской области» помогает получить постоянные рабочие места, повысить квалификацию [17].

В 2018 году нами изучалось мнение выпускников вузов о проблемам адаптации к требованиям работодателей (630 человек). Исследование показало, что 67 % отмечают низкий уровень организации производственной практики по многим специальностям [18]. Одна из причин заключается в отсутствии постоянных договоров вузов с предприятиями, где она проводится. Многие работодатели не готовы создавать необходимые условия для получения будущими инженерами умений, которые позволят им успешно включиться в работу той организации, где станут трудиться после окончания вуза. Исследование, в котором было опрошено 1230 студентов, проведенное в 2020 году во время пандемии, выявило новое требование работодателей, связанное с практикой владения разными программами, позволяющими трудиться удаленно. «Нынешний выпускник должен владеть очень хорошо компьютером, иметь опыт выполнять на дому работу, которую ему поручают. Это важно, когда нужно обработать большие базы дан-

ных, найти сведения о тех технологиях, которые применяются на предприятиях у нас и за рубежом. Все это сделать самому без подсказки» (нач. отдела, 2020 г.).

Работодатели отмечали в качестве главного недостатка низкий уровень умения самостоятельно находить литературу, в которой представлены сведения о новых технологиях, технических устройствах, которые начинают применяться на других отечественных и иностранных предприятиях. «Многие из выпускников не имеют навык постоянно искать новое, что применяется другими специалистами в нашей отрасли. Они считают, что достаточно приобрести навык пользоваться определенной методикой и можно успокоиться. Отсутствует желание быть лучше других, а без него совершенствовать профессионализм нельзя» (ген. директор, 2018 г.). «Преодоление последствий пандемии в условиях обострения конкуренции между странами требует специалистов, которые не только находят перспективные разработки, но и сами могут предложить то, что другие пока не делают» (зам. нач. отдела, 2020 г.). Для того, чтобы выпускники вузов соответствовали таким требованиям, необходимо существенно изменить систему организации взаимодействия вузов с предприятиями, для которых они готовят кадры.

В связи с этим, рассмотрим отечественные и зарубежные практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0. Прежде всего отметим внедрение в ряде вузов России новых педагогических технологий с целью формирования у студентов навыков решения сложных инженерных проблем. Применяются когнитивные технологии, направленные на выработку алгоритмов освоения и обработки новой информации, «умения находить эффективные решения, нестандартно мыслить и быстро соображать» [19].

Для развития этих навыков в 2017 году в России стартовал проект «Национальная технологическая инициатива» (НТИ). Проект представляет собой комплекс мероприятий, направленных на формирование и реализацию девяти перспективных направлений на основе новых «сквозных» технологий. Под «сквозными» технологиями понимаются аддитивные технологии (3D технологии), обработка больших данных, создание систем искусственного интеллекта, кибербезопасность, облачные вычисления, робототехника

и т. д. [20]. К реализации проекта привлекаются не только специалисты высокого уровня из крупного, среднего, малого бизнеса, но и школьники, студенты колледжей, вузов. Для подготовки требуемых специалистов созданы Центры компетенций (Центры) и Университет НТИ 20.35 (Университет).

Центры представляют собой сеть инженерно-образовательных сообществ, организованных на базе отечественных вузов и научных организаций, область интересов которых охватывает развитие новых технологий. Результатами работы Центров становятся подготовка востребованных специалистов, рост доходов от той деятельности, которой занимаются все стейкхолдеры Центра, а также количество запатентованных технологий, что позволяет обеспечить развитие экономики страны.

В настоящее время исследовательская и образовательная деятельность Центров осуществляется во взаимодействии с вузами, технологическими компаниями, расположенными преимущественно в Европейской части России, значительно реже с привлечением региональных образовательных организаций и иных партнеров. Такое расположение, на наш взгляд, является одним из недостатков в работе Центров. Крупнейшие промышленные предприятия страны сосредоточены в таких регионах как Урал, Сибирь и Дальний Восток, а обучение специалистов ведется в основном в Москве и Санкт-Петербурге. Несмотря на создание магистерских направлений подготовки, по которым уже прошли обучение сотни студентов, для большинства российской молодежи доступность получения навыков инновационной деятельности может стать реальной проблемой. Кроме того, отсутствие таких Центров в регионах свидетельствует о слабой образовательной и научно-исследовательской базе на местах. Также остается нерешенным вопрос организации качественной и современной подготовки специалистов во взаимодействии с предприятиями.

Создание цифрового Университета призвано в определенной мере решить проблему реализации и доступности образования, позволяющего успешно создавать и использовать технологии, соответствующие индустрии 4.0. Университет выступает одной из онлайн-практик организации проблемного обучения, направленного на приобретение опыта решения конкретных задач развития разных отраслей отечественной промышлен-

ности. Он принципиально отличается от других отечественных образовательных организаций и ему пока нет аналогов за рубежом. Основное отличие заключается в формировании и реализации индивидуальной траектории обучения учащихся в возрасте от 20 до 35 лет. Под индивидуальной траекторией понимается подбор конкретных курсов обучения в зависимости от пробелов в уровне знаний испытуемого. В процессе учебы роль тьютора (наставника обучения) минимальна. Его основная задача состоит в правильном определении целей обучения поступающего, возможном изменении траектории в середине освоения курсов и реализации ожиданий на выходе. Потенциальными учащимися могут стать действующие работники разных организаций, а также талантливые студенты вузов. Основная цель Университета – получение и развитие востребованных компетенций для формирования технологических лидеров и команд, которые смогут реализовать мероприятия проекта НТИ, а также приобретение базовых компетенций по «сквозным» технологиям на онлайн-платформах. Выпускнику Университета, успешно освоившему программу, предлагают участие в разработке востребованных НТИ технологических продуктов или получение дополнительного образования уже в рамках ведущих вузов или научных организаций. Однако создатели Университета информируют о дорогой стоимости освоения предлагаемых курсов. Только в начале работы для компаний НТИ будут выделяться квоты по подготовке технологических лидеров. Такое положение существенно снижает его доступность.

За 2019 год в Университете 4000 человек стали участниками проектно-образовательных интенсивов как «Остров 10–22» и «Зимний Остров»; более 5 000 студентов прошли проектное обучение, в том числе по индивидуальным траекториям; 600 студенческих команд приняли участие в освоении новых проектно-образовательных программ; более 50 компаний приняли участие в акселерационных и проектно-образовательных ускоренных программах с целью выхода на мировой рынок; 40 вузах приняли решение о внедрении проектного обучения и индивидуальных траекторий студентов в свою образовательную программу.

Благодаря таким показателям у России повышаются возможности конкурировать с

другими странами в условиях перехода к индустрии 4.0. Однако согласно ежегодному Глобальному индексу конкурентоспособности ВЭФ по данным 2019 года Россия занимала 43 место из 141 возможного, как это было три назад [21]. Отмечается тенденция к снижению количества квалифицированных кадров на российском рынке труда. Несмотря на то, что «уровень образования остается относительно высоким, его качество не поспевает за потребностями современной экономики» [22]. Следовательно, принимаемых мер явно недостаточно для того, чтобы обеспечить подготовку в вузах специалистов, способных решать задачи нового технологического уклада, основанного на постоянном создании инновационных технологий и технических систем.

Обратимся к примеру других стран, пытающихся модернизировать образование, исходя из требований индустрии 4.0. В США с 2012 года проходит Национальный день производства (т. н. MFG Day). Его создание инициировано Институтом производства (The Manufacturing Institute), партнером которого является Национальная Ассоциация производителей (National Association of Manufacturers). Представленный Институт специализируется на обрабатывающей промышленности (<https://www.creatorswanted.org/mfgday/>).

Изначально MFG Day подразумевал проведение экскурсий на предприятиях обрабатывающей промышленности для школьников, студентов и их родителей, преподавателей, специалистов и других заинтересованных лиц. В 2016 году в мероприятиях MFG Day приняли участие более 600 000 человек, из них 267 000 были студентами. Во время экскурсий проводились опросы, по результатам которых оказалось, что 64 % студентов после участия в данном мероприятии приняли решение продолжить работу в обрабатывающей промышленности, 71 % студентов и 91 % преподавателей сказали, что они готовы поделиться с друзьями, семьей, родителями или коллегами информацией о производстве после посещения мероприятия [23].

Благодаря популярности и широте охвата как организаторов, так и участников MFG Day стал проводиться ежегодно в первую пятницу октября и иногда продолжается в течение месяца. Сегодня проведение MFG Day преследует цель продемонстрировать на местном, национальном и глобальном уровнях то, как выглядит высокотехнологические отрасли

производства изнутри. Участники обмениваются опытом, налаживают взаимодействие с предприятиями, образовательными и научными организациями, помогают молодежи определиться с их карьерными интересами. Несмотря на пандемию, в 2020 году данное мероприятие состоялось.

В рамках работы MFG Day некоторые предприятия стали проводить практические интенсивы. К примеру, в 2018 году Национальным центром оборонного производства и механообработки (National Centre for Defense Manufacturing and Machining) в партнерстве с Фондом Арконик (Arconic Foundation) и Общественным колледжем округа Уэстморленд (Westmoreland County Community College) проводился учебный курс, рассчитанный всего на половину рабочего дня по основам аддитивного производства, робототехники и другим «сквозным» технологиям [23].

Экскурсии, интенсивы, приглашенные эксперты вовлекают молодежь в производственные процессы. В свою очередь, это становится фактором выбора дальнейшего места работы среди студентов, формирования интереса к определенному роду деятельности среди школьников и их родителей. Кроме того, результатами работы MFG Day часто выступают создание на базе образовательных и научных организаций курсов обучения, налаживание партнерских отношений с разными предприятиями.

Примером практики организации работы предприятий со студентами выступает курс «Engineering 100» (ENG 100) [24], организованный при Мичиганском университете. Помимо лекционной части, в рамках данного курса были организованы студенческие команды по изучению производства квадрокоптера. Большинство таких аппаратов производят в Азии, что экономически не выгодно для других государств, где они также популярны. Поэтому были организованы студенческие команды, работающие в специализированных лабораториях для сборки передовых беспилотных летательных аппаратов (DJI F330 и DJI Spark). Студенты демонстрировали свою конструкцию, рекламируя потенциальным покупателям. Кроме того, в университете начали работу по созданию проекта завода по сборке беспилотных летательных аппаратов в Мичигане. Преимущества такой системы организации обучения будущих инженеров заключается в том, что студентам предоставля-

ют возможность внести свой вклад в решение конкретных производственных задач за время обучения.

В России с 2018 года внедряется система проектного обучения с первого курса с целью формирования у будущих специалистов навыков решения производственных проблем, имеющихся у предприятий. Она строится на выполнении заявок различных организаций на реализацию конкретной задачи силами студентов под руководством преподавателя. В течение года, взаимодействуя с представителями заказчика, группа студентов разрабатывает инновационный проект решения определенной проблемы, опираясь на имеющиеся у предприятия материально-технические возможности, или предлагая применить новые технологии, технические устройства. Глубинные интервью с работодателями (18), проведенные в 2020 году, показал, что такая форма взаимодействия с вузами, вызывает интерес. «Мы давно сотрудничаем с вузами, которые готовят нужных нам специалистов. Идея подключения студентов с первого курса к решению конкретных технических задач привлекает тем, что позволяет выявить тех, кто обладает большими способностями. Такие студенты, получая базовые знания, уже могут придумывают нечто интересное, что можно довести до реализации на практике» (нач. отдела).

В то же время возникают вопросы, связанные с возможностями, имеющимися у разных организаций. «У нас есть опыт предоставления студентам возможности пройти производственную практику на 3–4 курсах. Показываем, рассказываем, даем несложные задания. Если возникает необходимость решить сложную задачу, то обращаемся к специалистам из вузов, имеющих опыт создания новых технологий. Что можно поручить студентам, обучающимся на первом или втором курсе, сказать трудно. К тому же, нужно выделить наших людей, которые будут с ними заниматься. Они, если надо, и сами решат за короткое время задачу, которой студенты будут заниматься целый год» (нач. цеха).

Опрос директоров институтов Уральского федерального университета, готовящих будущих инженеров, позволил выделить положительные результаты проектного обучения. «Мы уже третий год реализуют такую систему обучения, сотрудничая с предприятиями в сфере энергетики Свердловской области.

Они дают заказ на разработку конкретной задачи. Создается группа студентов первого, второго курсов из 3–7 человек под руководством преподавателя кафедры. Они совместно с представителем предприятия в течение нескольких месяцев занимаются поиском метода решения проблемы. Это побуждает студентов лучше понять, чем им предстоит заниматься в будущем. Возрастает понимание значимости знаний, получаемых по базовым предметам. Конечно, придумывают нечто интересное около 20 %, остальные больше формально принимают участие. Но выявляются те, кто перспективен. В таком специалисте заинтересованы те, для кого он создавал проект» (дир. Уральского энергетического института УрФУ).

Глубинные интервью со студентами (10), получившие опыт проектного обучения, выявил их отношение к новой форме ознакомления с будущей трудовой деятельностью. «Само приглашение принять участие в разработке задания предприятия вызвало интерес. Хотелось ознакомиться на практике с тем, чему будут учить четыре года. Сразу возникли трудности, вызванные тем, что школьных знаний явно недостаточно, а специальных мы еще не получили. Хорошо, что помогал разобраться в технических вопросах специалист предприятия. От него получили те знания, которые нам дадут на третьем курсе. Стало понятно, чем занимаются выпускники нашей специальности» (специальность – теплотехника, 1 курс). «Некоторые студенты из нашей группы после прохождения обучения задумались о смене профессии. Они надеялись, что после ее получения станут разрабатывать сложные инновационные проекты. Оказалось, инженеры выполняют простые задания, связанные с возможностями использования имеющихся машин для решения конкретных задач. Это не интересно» (специальность – эксплуатация электрооборудования, 1 курс). Актуальной проблемой становится соответствие проектных заданий студентам, которые только поступили в вуз, уровню их знаний, а также включение их в работу, которая требует проявления творческих способностей.

Широкое привлечение промышленных предприятий к реализации системы проектного обучения потребует от них, во-первых, разработку специальной программы ежегодной модернизации конкретных технологий, технических систем, рабочих мест, чтобы

обеспечить заказами на инновационную деятельность значительную часть студентов разных курсов. Во-вторых, оперативное внедрение проектов, предлагаемых ими при наличии необходимых материальных и финансовых средств. Смогут ли включиться в такую систему подготовки молодых специалистов, приобретающих в течение всего периода обучения навыки конструирования нового, передового, значительная часть предприятий, организаций страны? «Думаю, что только крупные предприятия, уже давно сотрудничающие с местными вузами, смогут откликнуться на такое предложение вузов. Средний бизнес вряд ли...» (зам. гл. инженера).

Возникает проблема побуждения работодателей к новой форме участия в подготовке молодых специалистов. В настоящее время руководителям предприятий проще и легче найти среди выпускников вузов тех, кто успешно справится с их требованиями, чем постоянно заниматься выработкой у больших групп студентов навыков творческой деятельности. Возникает столкновение государственных интересов, связанных с формированием молодых специалистов, способных обеспечить высокие темпы технологического и технического развития страны, и частных, связанных с получением собственной выгоды от постоянного участия в процессе развития у студентов навыков проектирования новаций. Требуется на государственном уровне решать проблему определенного стимулирования крупного, среднего, малого бизнеса, активно взаимодействующего с вузами в реализации целей перехода к индустрии 4.0 [25].

### Дискуссия

В условиях перехода российского государства на новый технологический уклад предъявляются более высокие требования к знаниям и навыкам инженерных кадров. Реальность выполнения производственных задач зависит от качества подготовки молодых специалистов. Предпринятые в последнее время такие меры как включение работодателей в состав комиссий, проводящих государственную итоговую аттестацию, обязательное наличие на кафедрах практиков, работающих на предприятиях, для которых готовят молодых специалистов пока не привели к тому, что работодатели в полной мере удовлетворены качеством их подготовки. Перспективной практикой решения этой задачи стал переход на проектное обучение студентов, получающих от работодателей заказы на конкретные разработки, реализация которых ведет к ускорению темпов развития всей отечественной промышленности. Вузы делают первые шаги для перехода на новые технологии обучения, дело за представителями крупного, среднего, малого бизнеса.

Рассмотренные практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрией 4.0 носят неисчерпывающий характер и безусловно должны быть дополнены другими не менее важными действиями, предпринимаемые всеми заинтересованными сторонами. Одними из таких действий являются применение смешанного обучения с использованием онлайн-инструментов [26], проектный подход к внедрению индивидуальной образовательной траектории [27].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. – М.: Изд-во Эксмо, 2016. – 138 с.
2. Иванов В.В., Малинецкий Г.Г. Цифровая экономика: мифы, реальность, перспектива. – М.: Изд-во РАН, 2017. – 64 с.
3. 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>
4. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2017. – № 114. – P. 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
5. Se-Um K. Analysis of high-risk employment ratio // *Labor Rev*. – 2016. – P. 49–58.
6. Park G.Y., Chon Y.M., Son Y.S. A Study on the Effects of Jobs on Technological Change // *Korea Employment Information Service*. – 2016.
7. Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution // *Amfiteatru Economic*. – 2019. – Special Issue 13. – P. 884–895. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2019/S13/884>



8. Annunziata M., Bourgeois H. The Future of Work: How G20 Countries Can Leverage Digital-Industrial Innovations Into Stronger High-Quality Jobs Growth // *Economics*. 2018. – № 12(42). – P. 1–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-42>
9. Шеглова И.А., Корешникова Ю.Н., Паршина О.А. Роль студенческой вовлеченности в развитии критического мышления // *Вопросы образования*. – 2019. – № 1. – С. 264–289. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-1-264-289>
10. *Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy* // World Economic Forum [WEF]. – 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/jobs-of-tomorrow-mapping-opportunity-in-the-new-economy> (дата обращения 07.04.2021).
11. Монахов И.А. Образовательный практики технической направленности для подготовки будущих инженеров в США // *Инженерное образование*. – 2017. – № 22. – С. 102–108.
12. *Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution* // World Economic Forum [WEF]. – 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution> (дата обращения 07.04.2021).
13. Ермакова Ж.А. Подготовка кадров для цифровой экономики в Оренбургском государственном университете // *Высшее образование в России*. – 2019. – Т. 28. – № 7. – С. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-129-138>
14. Кондратьев В.В., Галиханов М.Ф., Осипов П.Н., Шагева 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>
15. Галиханов М.Ф., Барабанова С.В., Кайбияйнен А.А. Основные тренды инженерного образования: пять лет международной сетевой конференции «Синергия» // *Высшее образование в России*. – 2021. – Т. 30. – № 1. – С. 101–114. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-1-101-114>
16. Лихолетов В.В. Пригодность инструментария теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) для формирования навыков инженеров будущего // *Инженерное образование*. – 2020. – № 27. – С. 6–26.
17. Меренков А.В., Сандлер Д.Г., Шаврин В.С. Особенности изменений ориентаций выпускников бакалавриата на трудоустройство // *Образование и наука*. – 2019. – Т. 21. – № 10. – С. 116–142. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-10-116-142>
18. Mingaleva Z.A., Vukovic N.A. Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of industry 4.0. // *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*. – 2020. – Vol. 8. – Special issue of Current Research and Trends in Cognitive Sciences 2020. – P. 93-101. DOI: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101>
19. Bal H.C., Erkan C. Industry 4.0 and Competitiveness // *3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship* // *Procedia Computer Science*. – 2019. – № 158. – P. 625–631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
20. Университет 20.35 / АСИ. – Екатеринбург: Издательские решения, 2017. – Т. 34. – 50 с. URL: [https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet\\_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-751207e431](https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-ea751207e431)(дата обращения 07.04.2021).
21. Who Will Finance Innovation? // *The Global Innovation Index [GII]*. – 2020. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/Home> (дата обращения 07.04.2021).
22. Schwab K. *The Global Competitiveness Report 2019* // World Economic Forum. – 2019. URL: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf) (дата обращения 07.04.2021).
23. Rumsey A., Morehouse J.B., Densmore C. Evaluating Manufacturing Workforce Development Initiatives in Georgia // *47<sup>th</sup> SME North American Manufacturing Research Conference*. *Procedia Manufacturing*. – 2019. – № 34. – P. 1030–1042.
24. Michigan Engineering Associate Dean for Undergraduate Education. *Engineering 100: Introduction to Engineering*. URL: <https://eng100.engin.umich.edu> (дата обращения 07.04.2021).
25. Меренков А.В. К вопросу о формировании инновационного климата в России // *Известия Уральского государственного университета*. – 2010. – № 1(73). – Серия 3. Общественные науки. – С. 110–117.
26. Ольховая Т.А., Пояркова Е.В. Новые практики инженерного образования в условиях дистанционного обучения // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 8/9. – С. 142-154. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-142-154>
27. Данейкин Ю.В., Калинин О.Е., Федотова Н.Г. Проектный подход к внедрению индивидуальной образовательной траектории в современном вузе // *Высшее образование в России*. – 2020. – Т. 29. – № 8/9. – С. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116>

Дата поступления: 10.04.2021

UDC 316.334.22

DOI 10.54835/18102883\_2021\_29\_2

## ORGANIZATIONAL PRACTICES FOR THE TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN DEMAND BY INDUSTRY 4.0

**Anatoly V. Merenkov,**

Dr. Sc., Professor, Head of the Department of Applied Sociology,  
anatoly.mer@gmail.com

**Olga Ya. Melnikova,**

Cand. Sc., Lecturer at the Department of Applied Sociology,  
Arteolya@yandex.ru

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,  
51, Lenin str., Yekaterinburg, 620083, Russia.

The article focuses on the consideration of organizational practices for the training of young specialists who are able to successfully perform production tasks in accordance with the requirements of Industry 4.0 after graduation. The development, implementation and distribution of robotics, artificial intelligence and other "end-to-end" technologies actualizes the problem of the training of engineering personnel. In the context of the new technological order, it is necessary to change the system of educating students at universities. The article provides the materials of numerous sociological researches conducted from 2016 to 2020 by the method of in-depth interviews with employers representing large and medium-sized businesses. More than 80 heads of various structural divisions of industrial enterprises and organizations employing young specialists were interviewed every two years. In the course of the study, we identified the requirements of employers to university graduates and obtained the information on the readiness to participate in improving the quality of professional training of students. New practices for the training of future engineers for work in Industry 4.0 are analyzed. An example of the work of the "National Technology Initiative" project launched in Russia in 2017 is provided. The project is a set of measures aimed at the formation and implementation of nine promising areas based on "end-to-end" technologies. To train the required specialists, Competence Centers and the NTI University 20.35 were created. The experience of the USA, where the National Manufacturing Day (the so-called MFG Day) has been held since 2012, is analyzed. In addition to MFG Day, the experience of organizing project training based on applications from organizations is considered in order to solve specific work problems by students. It is shown that inclusion in the development of projects reinforces interest in the profession and motivates students to find employment in their field. The understanding of the importance of knowledge gained in basic subjects in the first years of study is growing. 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.

**Keywords:** industry 4.0, engineering personnel, organizational practices for engineering education, project training, higher education system, "end-to-end" technologies

### REFERENCES

1. Shvab K. *Chetvertaya promyshlennaya revolyutsiya* [The fourth industrial revolution]. Moscow, Eksmo Publ., 2016. 138 p.
2. Ivanov V.V., Malinetskiy G.G. *Tsifrovaya ekonomika: mify, realnost, perspektiva* [Digital Economy: Myths, Reality, Perspective]. Moscow, RAS Publ., 2017. 64 p.
3. 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, no. 10, pp. 400–408. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2019.09.005>
4. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? *Technological Forecasting and Social Change*. 2017, no. 114, pp. 254–280. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2016.08.019>
5. Se-Um K. Analysis of high-risk employment ratio. *Labor Rev*. 2016, pp. 49–58.
6. Park G.Y., Chon Y.M., Son Y.S. A Study on the Effects of Jobs on Technological Change. *Korea Employment Information Service*. 2016.
7. Gotesman-Bercovici E., Bercovici A. Israeli Labor Market and the Fourth Industrial Revolution. *Amfi-teatru Economic*. 2019, Special Issue 13, pp. 884–895. DOI: <https://doi.org/10.24818/EA/2019/S13/884>
8. Annunziata M., Bourgeois H. The Future of Work: How G20 Countries Can Leverage Digital-Industrial Innovations Into Stronger High-Quality Jobs Growth. *Economics*. 2018, no. 12(42), pp. 1–23. DOI: <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2018-42>

9. Shcheglova I.A., Koreshnikova Yu.N., Parshina O.A. Rol studencheskoy вовлеченности v razvitiy kriticheskogo myshleniya [The role of student involvement in the development of critical thinking]. *Voprosy obrazovaniya*. 2019, no. 1, pp. 264–289. DOI: <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-1-264-289>
10. Jobs of Tomorrow: Mapping Opportunity in the New Economy. *World Economic Forum* [WEF]. 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/jobs-of-tomorrow-mapping-opportunity-in-the-new-economy> (accessed 07.04.2021).
11. Monakhov I.A. Obrazovatel'nyy praktiki tekhnicheskoy napravlenosti dlya podgotovki budushchikh inzhenerov v SShA [Educational practice of technical orientation for training future engineers in the USA]. *Engineering Education*. 2017, no. 22, pp. 102–108.
12. Schools of the Future: Defining New Models of Education for the Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum* [WEF]. 2020. Available at: <https://www.weforum.org/reports/schools-of-the-future-defining-new-models-of-education-for-the-fourth-industrial-revolution> (accessed 07.04.2021).
13. Ermakova Zh.A. Podgotovka kadrov dlya tsifrovoy ekonomiki v Orenburgskom gosudarstvennom universitete [Training of personnel for the digital economy at the Orenburg State University]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2019, Vol. 28, no. 7, pp. 129–138. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-129-138>
14. Kondratyev V.V., Galikhanov M.F., Osipov P.N., Shageva F.T., Kaybiyaynen A.A. Inzhenernoye obrazovaniye: transformatsii dlya industrii 4.0 (obzor konferentsii) [Engineering Education: Transforming Industry 4.0 (Conference Review)]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2019, Vol. 28, no. 12, pp. 105–122. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-12-105-122>
15. Galikhanov M.F., Barabanova S.V., Kaybiyaynen A.A. Osnovnyye trendy inzhenernogo obrazovaniya: pyat let mezhdunarodnoy setevoy konferentsii «Sinergiya» [The main trends in engineering education: five years of the international network conference “Synergy”]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2021, Vol. 30, no. 1, pp. 101–114. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2021-30-1-101-114>
16. Likholetov V.V. Fitness tool solution theory inventive problems (TRIZ) for formation skills of future engineers. *Engineering education*. 2020, no. 27, pp. 6–26. In Russ.
17. Merenkov A.V., Sandler D.G., Shavrin V.S. Osobennosti izmeneniy oriyentatsiy vypusnikov bakalavriata na trudoustroystvo [Features of changes in the orientation of graduates of bachelor's degree to employment]. *Obrazovaniye i nauka*. 2019, Vol. 21, no. 10, pp. 116–142. DOI: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2019-10-116-142>
18. Mingaleva Z.A., Vukovic N.A. Development of engineering students competencies based on cognitive technologies in conditions of industry 4.0. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*. 2020, Vol. 8, Special issue of Current Research and Trends in Cognitive Sciences 2020, pp. 93–101. DOI: <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2020-8-SI-93-101>
19. Bal H.C., Erkan C. Industry 4.0 and Competitiveness // 3rd World Conference on Technology, Innovation and Entrepreneurship. *Procedia Computer Science*. 2019, no. 158, pp. 625–631. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.096>
20. *Universitet 20.35 / ASI* [University 20.35 / ASI]. Yekaterinburg, Izdatelskie resheniya Publ., 2017, Vol. 34, 50 p. Available at: [https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet\\_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-ea751207e431](https://kai.ru/documents/10181/6946092/universitet_20.35.pdf/73a695d3-738f-4307-b157-ea751207e431) (accessed 07.04.2021).
21. Who Will Finance Innovation? *The Global Innovation Index* [GII]. 2020. Available at: <https://www.globalinnovationindex.org/Home> (accessed 07.04.2021).
22. Schwab K. The Global Competitiveness Report 2019. *World Economic Forum*. 2019. Available at: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf) (accessed 07.04.2021).
23. Rumsey A., Morehouse J.B., Densmore C. Evaluating Manufacturing Workforce Development Initiatives in Georgia. 47<sup>th</sup> SME North American Manufacturing Research Conference. *Procedia Manufacturing*. 2019, no. 34, pp. 1030–1042.
24. Michigan Engineering Associate Dean for Undergraduate Education. *Engineering 100: Introduction to Engineering*. Available at: <https://eng100.engin.umich.edu> (accessed 07.04.2021).
25. Merenkov A.V. K voprosu o formirovaniy innovatsionnogo klimata v Rossii [On the formation of an innovative climate in Russia]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2010, no. 1(73), Seriya 3. Obshchestvennyye nauki, pp. 110–117.
26. Olkhovaya T.A., Poyarkova E.V. Novyye praktiki inzhenernogo obrazovaniya v usloviyakh distantsionnogo obucheniya [New practices of engineering education in the context of distance learning]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2020, Vol. 29, no. 8/9, pp. 142–154. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-142-154>
27. Daneykin Yu.V., Kalinskaya O.E., Fedotova N.G. Proyektnyy podkhod k vnedreniyu individual'noy obrazovatelnoy trayektorii v sovremennom vuze [Project approach to the implementation of an individual educational trajectory in a modern university]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2020, Vol. 29, no. 8/9, pp. 104–116. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-8-9-104-116>

Received: 10.04.2021