

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-11-126-133>

Индустриально-ориентированные адаптивные образовательные программы

Ганченкова Мария Герасимовна — канд. физ.-мат. наук, директор Высшей инженеринговой школы. E-mail: MGGanchenkova@mephi.ru

Бойко Ольга Владимировна — зам. начальника отдела научно-исследовательских программ и взаимодействия с индустриальными партнёрами Высшей инженеринговой школы. E-mail: OVBoyko@mephi.ru

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Москва, Россия

Адрес: 115409, г. Москва, Каширское шоссе, 31

***Аннотация.** Целью настоящей работы является обобщение опыта разработки и внедрения в учебный процесс индустриально-ориентированных образовательных программ в области цифрового инженеринга. В статье представлен пример взаимодействия Высшей инженеринговой школы НИЯУ МИФИ и Инженерингового дивизиона ГК «Росатом» в части подготовки кадров по индустриально-ориентированным программам магистратуры. Приведены данные по потребностям ГК «Росатом» в молодых кадрах в области цифрового инженеринга. Описаны преимущества внедрения индустриально-ориентированных программ магистратуры в образовательный процесс и основные проблемы, возникающие при их разработке. Показана необходимость совместной работы представителей вуза и предприятия над созданием и наполнением учебных модулей теоретическим и практическим материалом. Даны рекомендации по решению возможных проблем.*

***Ключевые слова:** инженерное образование, индустриально-ориентированные образовательные программы, цифровой инженеринг, инженерная подготовка, компетенции цифровой экономики, практико-ориентированное образование*

***Для цитирования:** Ганченкова М.Г., Бойко О.В. Индустриально-ориентированные адаптивные образовательные программы // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 11. С. 126-133.*

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-11-126-133>

Введение

Поскольку рынок высокотехнологичной продукции стремительно меняется, индустрия предъявляет к образовательным учреждениям запрос на ускоренную подготовку кадров. Требования к этим кадрам также быстро меняются. Это означает что вузы должны развивать гибкие, адаптивные, краткосрочные программы, не теряя при этом в качестве образования.

С учётом тенденции внедрения цифровых технологий во все процессы крупных предприятий задача набора молодых специалистов в области цифрового инженеринга представляется актуальной. При этом выяв-

ляется ряд сложностей. Вузы до сих пор готовят специалистов, которые могут вести научно-исследовательские изыскания, а предприятиям требуются инженеры, ведущие в основном прикладную деятельность и владеющие широким спектром представленных на рынке цифровых инструментов. Это означает, что современные студенты должны получить в процессе обучения в вузе как глубокую теоретическую, так и всестороннюю практическую подготовку. Помимо теоретических знаний и практических навыков, от высококвалифицированных инженерных

кадров требуются лидерские качества, навыки командной работы, знание методологии проектной работы.

Традиционный метод обучения с уклоном в теоретическую часть является одной из основных причин недостаточной подготовки выпускника к практической деятельности. В большинстве случаев в учебных модулях углублённо рассматриваются отдельные процессы, представляющие только часть, по сути, идеальной производственной картины, в них невозможно учесть непредсказуемые ситуации, возникающие на практике [1; 2]. Очень важно как можно раньше привлечь начинающих инженеров к тесному сотрудничеству с экспертами индустрии.

В 2018 г. консалтинговой компанией PWC был проведён ежегодный опрос среди руководителей инновационных предприятий. В нём участвовали представители компаний из 14 секторов экономики, таких как банковский сектор, информационные технологии, автомобильная отрасль, сельское хозяйство, строительство, пищевая промышленность. Результаты опроса опубликованы в открытом доступе¹. Респонденты утверждают, что основным фактором, влияющим на долгосрочное развитие компании, являются прорывные технологии. 41% опрошенных считают анализ новых и прорывных технологий одной из самых сложных задач с точки зрения надзора за стратегией. В список ключевых технологий, которые в ближайшем будущем окажут наибольшее влияние на общество как во всём мире, так и в России, вошли «Интернет вещей», искусственный интеллект, роботы (в том числе виртуальные агенты), виртуальная и дополненная реальность. Одним из главных препятствий, мешающих получить ожидаемые результаты от внедрения цифровых технологий, 76% назвали отсутствие специалистов необхо-

димой квалификации. В качестве причин неудовлетворённости спроса рынка указаны инерционность образовательной системы и длительный период подготовки кадров.

Для исправления ситуации российские компании используют различные способы поиска и подготовки кадров. Одним из сценариев является сотрудничество с университетами. Чаще используются краткосрочные сценарии (хакатоны), позволяющие в короткие сроки создать команду, получить новые идеи и решения поставленных задач, выявить перспективных студентов путём тестирования в реальном проекте. В то же время, по ряду экспертных заключений, хакатоны более просты в организации, но недостаточны для получения глубоких знаний и навыков, требуемых индустрией. Помимо собственно набора кадров, работодатели решают ещё два важных вопроса в отношении молодых специалистов: как получить новые кадры с гарантированно требуемыми компетенциями и как эти новые кадры ввести в рабочий процесс, не теряя времени на их адаптацию в рабочей среде. Практические навыки работы с проектами и требуемыми инструментами (программным обеспечением и пр.) студенты могут приобрести и в ходе лабораторных работ в вузе, и проходя практику на предприятии под руководством специалистов предприятия. При этом практика может быть краткосрочная – проектная, преддипломная или долгосрочная – в зависимости от условий, оговорённых с предприятием-партнёром.

Классическая схема российского высшего образования предполагает 6+ лет для планирования количества выпускаемых кадров с необходимыми компетенциями. На текущий момент в области высокотехнологичной индустрии возникает проблема с планированием запроса на кадры на таком далёком горизонте, что связано с быстроразвивающимися технологиями и меняющимися экономическими условиями. Оптимальным вариантом подготовки – как по компетенциям, так и по времени – являются индустриально-ориентированные программы магистратуры (2+).

¹ Корпоративное управление цифровыми технологиями. Опрос членов советов директоров российских компаний – 2018. URL: <https://www.pwc.ru/ru/corporate-governance/assets/russian-boards-survey/russian-boards-survey-pwc-2018-r.pdf>

Направления и программы Концепции единой цифровой стратегии ГК «Росатом»

Таблица 1

Table 1

Directions and Programs of the Unified Digital Strategy of Rosatom

1. Внутренняя цифровизация	1. Цифровизация процессов сооружения АЭС 2. Цифровизация основных процессов и корпоративных функций 3. Цифровые двойники и интеллектуальные системы 4. Цифровое импортозамещение 5. ИТ-архитектура и инфраструктура, пользовательский опыт 6. Информационная безопасность
2. Цифровые продукты	7. Цифровые продукты, экосистемы разработчиков и партнёров 8. Маркетинг и цифровой образ Росатома
3. Организационные изменения	9. Организационные изменения и управление сквозными процессами
4. Цифровая культура	10. Развитие цифровых компетенций и формирование обновлённой корпоративной культуры
5. Участие в цифровизации РФ	11. Программа «Цифровая экономика РФ»

Вузы в этой ситуации должны разрабатывать и предлагать индустрии собственные алгоритмы построения образовательных программ, вводить гибкие адаптивные программы с высоким качеством практической подготовки и с сильной академической составляющей. Для удовлетворения потребности индустрии в высококвалифицированных инженерных кадрах разрабатываются программы элитной инженерной подготовки в рамках основных образовательных программ.

Реализация вузами образовательных программ, направленных на развитие реального сектора экономики, невозможно без партнёрства с представителями этого сектора. Целью такого партнёрства является высокое качество профессиональной подготовки специалистов, которые планируют продолжить свою карьеру в данном секторе. С учётом того, что цифровые технологии внедряются в производство уже в настоящее время, запрос на квалифицированные кадры с высоким уровнем подготовки в области цифрового инжиниринга актуален уже сегодня.

Опыт корпорации «Росатом»

Являясь одним из ведущих инновационных предприятий России и крупнейшим работодателем, ГК «Росатом» большое внимание уделяет кадровой политике. К примеру, в 2018 г. первой среди государственных корпораций и компаний с государственным

участием Росатом утвердил Единую цифровую стратегию. Она разработана на основе анализа текущих вызовов, стоящих перед корпорацией, её готовности к цифровизации с учётом ключевых технологических трендов, лучших практик проведения цифровых трансформаций, изучения причин успеха и неудач в трансформации промышленных компаний в России и за рубежом. Концепция Единой цифровой стратегии базируется на трёх основных и двух поддерживающих направлениях, структурированных в виде 11 программ, представленных в *таблице 1*.

Профильные образовательные организации, готовящие специалистов для атомной отрасли, объединены в консорциум опорных вузов Госкорпорации «Росатом». В состав консорциума входят 18 профильных для атомной отрасли университетов. Базовым вузом атомной отрасли является НИЯУ МИФИ. В 2018 г. общее количество студентов, обучающихся в вузах целевым образом по заказу предприятий атомной отрасли, составило 2093 человека. Практику в организациях атомной отрасли прошли 5973 студента вузов. Всего трудоустроено около 1200 выпускников, из них почти половина – из опорных вузов. Росатом составил прогноз до 2027 г. по потребностям отрасли в наборе специалистов с высшим и средним профессиональным образованием. Предполагается, что в организации отрасли будут ежегодно

трудоустраиваться в среднем около 1700 выпускников опорных вузов, в том числе около 800 – из НИЯУ МИФИ и его филиалов².

Структура потребностей организаций Госкорпорации «Росатом» в наборе выпускников по специальностям (усреднённые значения по 2018–2027 гг.) приводится в Годовом отчёте ГК «Росатом» за 2017 г. Потребность в молодых кадрах, осуществляющих проектирование, эксплуатацию и инжиниринг атомных станций, составляет 6,8% от общего набора выпускников³.

Высшая инжиниринговая школа

Отвечая на запрос атомной отрасли, в 2017 г. НИЯУ МИФИ открыл набор в магистратуру на обучение по образовательным программам, реализуемым совместно с АО ИК «АСЭ» (Инжиниринговый дивизион ГК «Росатом»). Подготовка студентов осуществляется на базе структурного подразделения НИЯУ МИФИ – Высшей инжиниринговой школы (ВИШ МИФИ). Целью создания магистерских программ является подготовка инженеров для цифрового будущего, а также разворачивание полигонов тестирования новых решений для цифрового бизнеса.

В сентябре 2017 г. в ВИШ МИФИ стартовала пилотная магистратура «Инженеры цифрового будущего». В ходе реализации проекта пять команд, каждая из которых состояла из четырёх студентов, обучавшихся по разным специальностям (разработчики, проектировщики, физики-расчётчики и системные инженеры), решали практические задачи совместно с сотрудниками компа-

нии⁴. В 2019 г. состоялся первый выпуск магистров. Средний балл по защите превысил 4,5; семи выпускникам были вручены «красные» дипломы. Отличительной особенностью программы является целевой характер подготовки студентов: в ходе обучения все студенты ВИШ МИФИ не просто проходили практику в АО ИК «АСЭ», но и были трудоустроены в компании на условиях частичной занятости. При этом из 100% трудоустроенных выпускников 82% остались работать дальше, 17% будут работать на других предприятиях отрасли, а 1% ушли за пределы отрасли в крупную ИТ-компанию.

В 2018 и 2019 гг. в ВИШ МИФИ также осуществлялся набор студентов на обучение. При этом с учётом потребностей партнёра были скорректированы направления обучения и образовательные программы. В текущем году студенты обучаются по направлению 09.04.04 «Программная инженерия» по образовательным программам «Инженерия данных. Цифровые технологии сложных инженерных объектов», «Аналитика данных. Цифровые технологии сложных инженерных объектов» и по направлению 27.04.03 «Системный анализ и управление» по образовательной программе «Системная инженерия сложных технологических систем». За три года совместной работы с АО ИК «АСЭ» в области формирования учебного плана, подбора проектов для практической работы студентов, разработки систем мотивации и отчётности сформировалось понимание преимуществ индустриально-ориентированных программ, а также выявлены сложности, с которыми можно столкнуться в ходе их реализации.

Совместные образовательные программы

При разработке новых образовательных программ вуз должен обосновать востребованность этих программ для индустриально-

² Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2018 год. Публичный годовой отчёт, с. 128–129. URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/24a/24a1cc1a92f3609d80fb0a60d7770dfe.pdf>

³ Итоги деятельности Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом» за 2017 год. Публичный годовой отчёт, с. 75. URL: <https://www.rosatom.ru/upload/iblock/e5d/e5d0fefbd69c8d8a779ef817be2a63d0.pdf>

⁴ Будь цифровым. Годовой отчёт за 2017 год. Инжиниринговый дивизион Госкорпорации «Росатом», с. 30–31. URL: <https://ase-ec.ru/sustainability/public-reporting/reports/Big-ASE-2017-Rus-www.pdf>

го партнёра, а также проработать условия партнёрства: реализуется ли программа на коммерческой основе, кто является плательщиком; каковы мотивация и обязательства партнёра; степень вовлечённости партнёра в реализацию программы; достаточность материально-технической базы вуза; условия для проведения занятий на территории партнёра; компетенции специалистов предприятия в области образовательных технологий и пр.

Преимущества при создании совместных индустриально-ориентированных программ для предприятий заключаются в их непосредственном участии в практической подготовке молодых кадров высшей научной квалификации, выполнении НИР и НИОКР с участием студентов, привлечении студентов к работе на предприятии на ранних этапах обучения, использовании научно-преподавательского состава вуза. *Преимущества для вуза* состоят в использовании кадрового потенциала предприятий для организации и проведения практик, в возможностях раннего решения задачи трудоустройства выпускников, выполнении совместных проектных задач и быстром реагировании на возникающие потребности индустрии. *Преимущества для студента* состоят в понимании специфики будущей работы, осознании важности своего вклада в реальный проект предприятия и, как следствие, в повышении мотивации к выбранной деятельности.

При создании индустриально-ориентированных программ обучения могут возникать задачи различной степени сложности, которые надлежит решать совместно вузом и предприятием. Прежде всего, это приведение выходных компетенций выпускника вуза в соответствие с компетенциями, требуемыми работодателю по данным специальностям. Компетенции, необходимые для выполнения работ, могут быть разных типов, например, отраслевая (общая для отрасли), дополнительная (необходимая в каждом проекте), уникальная (относится к отдельным проектам), сквозная (универсальная), критическая (необходима всем) и др. Процесс детального описания требуемых компетенций, начиная

с однозначной трактовки терминов обеими сторонами, достижение понимания вектора развития предприятия и профессионального развития специалиста, создание алгоритмов входной и промежуточных аттестаций и методов мотивации с выявлением уже существующих или могущих возникнуть пробелов в знаниях и навыках, в том числе из-за быстроразвивающихся технологий и меняющейся экономической ситуации, – сами по себе представляют отдельные сложные задачи. Они эффективно решаются лишь совместно с компаниями-заказчиками, как об этом свидетельствует практика взаимодействия ВИШ МИФИ и АО ИК «АСЭ».

Вторая сложность может состоять в том, что предприятие не всегда может допустить студентов к практической работе на реальных проектах, опасаясь непрофессионального её исполнения. Эти риски минимизируются созданием на предприятиях службы наставничества. Зачастую работники предприятия заканчивали тот же самый вуз, из которого поступают новые кадры, или аналогичное направление обучения. Зная задачи, стоящие перед предприятием, наставники могут взять на себя функцию преподавателя специальных предметов при выполнении проектов. Наставник формулирует задачу и следит за её исполнением. Этот риск также нивелируется совместной работой по составлению учебной программы специалистом предприятия и преподавателем вуза. Они отбирают проекты для проведения лабораторных работ, максимально приближенные к реальным и выполняющие роль тренажёра. В этом процессе одинаково важно участие педагогических работников и действующих специалистов предприятия, носителей актуальной технологической информации.

Тема преемственности поколений широко обсуждается и в научном, и в бизнес-сообществе. В рамках XI Международного форума «Атомэкспо-2019» был проведён круглый стол на тему «Новое атомное поколение: партнёрство для развития». В круглом столе приняли участие представители веду-

щих университетов и таких организаций, как ITER Organization, Венский международный центр ядерной экспертизы, Universum, Goodnight Consulting, Roland Berger, Госкорпорация «Росатом», и др. Обсуждались карьерные предпочтения молодёжи в России и мире, примеры преодоления барьеров взаимодействия, лучшие практики реализации культуры партнёрства при взаимодействии с молодёжной аудиторией, а также внутри организаций [3].

В своей профессиональной карьере выпускники часто сталкиваются с проблемой определения практического назначения задачи, разработки технических спецификаций и поиска новых эффективных решений, которые должны соответствовать потребительскому спросу [4]. Выпускник магистратуры, даже обучающийся по программам целевой подготовки под конкретное предприятие, должен не только владеть профессиональными компетенциями, удовлетворяющими требованиям работодателя, но и обладать знаниями, достаточными для проведения научно-исследовательской работы, при желании иметь возможность продолжить обучение в аспирантуре и заняться педагогической деятельностью. Расписание модулей учебных дисциплин должно быть составлено оптимальным образом, с соблюдением баланса между теоретической подготовкой, практическими занятиями и самостоятельной творческой работой, будь то посещение факультативов, освоение дополнительных предметов по выбору, участие в конкурсах или иных мероприятиях. Следует учитывать, что в магистратуру поступают выпускники бакалавриата разных вузов, с различным уровнем теоретической подготовки и полученными практическими навыками. В течение первого семестра часть магистрантов восполняют пробелы в знаниях, что может потребовать дополнительных занятий в вузе. Это нужно иметь в виду при выборе проекта для практической работы, при составлении групп для работы над проектом, при разработке системы мотивации.

Кроме того, разумным представляется организация «предмагистрариума» – курсов для студентов последнего года обучения в бакалавриате. Прохождение курсов, вводящих будущего студента магистратуры в особенности обучения, основанного на потребностях индустрии, позволит студентам получить недостающие знания и понять, над чем они будут работать в магистратуре, какие требования им будут предъявляться. Для студентов, планирующих обучение в области цифрового инжиниринга, было бы оптимальным прохождение курсов, дающих представление как об инструментах, которыми им в дальнейшем предстоит пользоваться (программное обеспечение и пр.), так и о терминах: что такое сложный инженерный объект, каков его жизненный цикл, чем различаются цифровая модель и цифровой двойник и т. д. Вуз совместно с индустриальным партнёром сможет оценить подготовку студентов, отфильтровать наиболее мотивированных, понять их интересы. Мотивационная составляющая для студентов – понимание нужности своего труда. Студенты в рамках практической работы на предприятии работают над определённым элементом проекта, и очень важно, чтобы они создавали, что этот элемент является частью глобальной системы или производственного процесса. Грамотно спроектированный процесс обучения в рамках реального инженерного проекта способствует появлению у студентов интереса к творчеству, стремления достигнуть лучших результатов, формируя, таким образом, мотивацию, релевантную инженерной деятельности [5].

Согласно Общероссийскому репрезентативному опросу (1200 исследователей академических и отраслевых исследовательских организаций), проведённому в ноябре 2015 г. Центром социального прогнозирования и маркетинга (руководитель Ф.Э. Шереги), участие производственных компаний в совершенствовании учебных программ вузов и участие сотрудников компаний в преподавательской работе в вузах налажено «средне»,

40% вузов не реализуют такие мероприятия [6]. Было бы правильным нормативно зафиксировать в вузах такую позицию, как «professor of practice», то есть человек, который работает в индустрии и параллельно преподаёт в вузе. Естественно, к таким преподавателям будут предъявляться требования, отличные от классических требований к профессорско-преподавательскому составу вуза, например, с точки зрения нагрузки, публикационной активности. Наличие такой позиции становится необходимым, если мы хотим в короткие сроки удовлетворить потребности индустрии в квалифицированных кадрах. Важен также вопрос о мотивации представителя отрасли, компенсации его временных затрат. Делегируя своего сотрудника, практического специалиста для работы со студентами, руководство предприятия понимает, что часть его рабочего времени будет затрачена на образовательный процесс или проектную работу, поэтому это время должно быть учтено и должным образом оплачено.

Таким образом, в индустриально-ориентированных программах магистратуры важны все три типа преподавателей: представитель индустриального партнёра – носитель практических знаний и корпоративных ценностей, представитель носителя технологий и методолог – академический преподаватель вуза.

В ВИШ МИФИ есть пример организации такого совместного процесса на примере образовательного модуля «Основы цифрового проектирования». Структура модуля разрабатывалась преподавателем совместно с представителями атомной отрасли – АО ИК «АСЭ»: практические задания, входящие в модуль, относились к специфике предприятия, были направлены на конкретные стандарты и технологические инструкции, принятые в атомной отрасли. При этом сам преподаватель более глубоко знакомился со стандартами конкретного предприятия и использовал эти знания для дальнейшей работы тем занятий.

Заключение

Инновационный взгляд на преподавание и обучение крайне важен в эпоху цифровой трансформации производств и отраслей. Разработка основных образовательных программ в партнёрстве с представителями индустрии позволяет подготовить специалистов, владеющих как теоретическим материалом, что даёт им возможность проводить НИР и НИОКР, так и практическими инструментами, принятыми или планируемыми к внедрению на предприятиях-партнёрах.

Литература

1. Salab B., Abidi M.H., Mian S.H., Krid M., Alkbalefab H., Abdo A. Virtual Reality-Based Engineering Education to Enhance Manufacturing Sustainability in Industry 4.0. // Sustainability. 2019. № 11(5). P. 1477. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11051477>
2. Mourtzis D., Vlachou E., Dimitrakopoulos G., Zogopoulos V. Cyber- physical systems and education 4.0 – The teaching factory 4.0 concept // Procedia Manuf. 2018. No. 23. P. 129–134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.005>
3. Путилов А.В., Стрѣханов М.Н., Тихомиров Г.В. Подготовка кадров для развивающейся атомной энергетики // Известия вузов. Ядерная энергетика. 2019. № 2. С. 208–218. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2019.2.18>
4. Isaev A.P., Plotnikov L.V. Technology for Training Creative Graduates in Engineering Bachelor's Programs. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2019. Vol. 28, no. 7, pp. 85–93. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-85-93>
5. Сысоев А.А., Весна Е.Б., Александров Ю.И. О современной модели инженерной подготовки // Высшее образование в России. 2019. Т. 28. № 7. С. 94–101. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-94-101>
6. Ключаев Г.А., Попов М.С., Савинков В.И. Инновационные предприятия в вузах: вопросы интеграции с реальным сектором экономики. М.: Юрайт, 2018. 382 с.

Статья поступила в редакцию 17.09.19

Принята к публикации 20.10.19

Industry Based Adaptive Educational Programs

Maria G. Ganchenkova – Cand. Sci. (Phys.-Math.), Head of Higher Engineering School MEPhI, e-mail: MGGanchenkova@mephi.ru

Olga V. Boyko – Deputy Head of Research and cooperation with industrial partners department, Higher Engineering School MEPhI, e-mail: OVBoyko@mephi.ru

National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia

Address: 31, Kashirskoye shosse, Moscow, 115409, Russian Federation

Abstract. The aim of this work is to summarize the experience in the development and implementation of industry-oriented educational programs in the field of digital engineering in the educational process. The article presents an example of the interaction of the Higher Engineering School of NRNU MEPhI and the Engineering Division of ROSATOM State Corporation in terms of training for industrial-oriented master programs. The authors present the data on the needs of ROSATOM State Corporation for young personnel in the field of digital engineering, discuss the advantages of the introduction of industrial-oriented master programs in the educational process and the main problems encountered in their development. The article makes the case for collaboration between representatives of the university and the enterprise on the creation and filling of training modules with theoretical and practical material, and gives the main recommendations for solving the emerging difficulties.

Keywords: engineering education, industry-oriented educational programs, digital engineering, engineering training, competencies of digital economy, practice-oriented education

Cite as: Ganchenkova, M.G., Boyko, O.V. (2019). Industry Based Adaptive Educational Programs. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 11, pp. 126-133. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-11-126-133>

References

1. Salah, B., Abidi, M.H., Mian, S.H., Krid, M., Alkhalefah, H., Abdo, A., (2019). Virtual Reality-Based Engineering Education to Enhance Manufacturing Sustainability in Industry 4.0. *Sustainability*. No. 11(5), p. 1477; DOI: <https://doi.org/10.3390/su11051477>
2. Mourtzis, D., Vlachou, E., Dimitrakopoulos, G., Zogopoulos, V., (2018). Cyber- Physical Systems and Education 4.0 – The Teaching Factory 4.0 Concept. *Procedia Manuf.* No. 23, pp. 129-134. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.005>
3. Putilov, A.V., Strikhanov, M.N., Tikhomirov, G.V. (2019). Training for the Developing Nuclear Power. *Izvestiya vuzov. Yadernaya Energetika = Nuclear Energy and Technology*. No. 2, pp. 208-218. DOI: <https://doi.org/10.26583/npe.2019.2.18> (In Russ, abstract in Eng.)
4. Isaev, A.P., Plotnikov, L.V. (2019). Technology for Training Creative Graduates in Engineering Bachelor's Programs. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 7, pp. 85-93. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-85-93> (In Russ, abstract in Eng.)
5. Sysoev, A.A., Vesna, E.B., Aleksandrov, Yu.I. (2019). About a New Model of Engineering Training. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 28, no. 7, pp. 94-101. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-7-94-101> (In Russ., abstract in Eng.)
6. Klyucharev, G.A., Popov, M.S., Savinkov, V.I. (2018). *Innovatsionnye predpriyatiya v vuzakh: voprosy integratsii s realnym sektorom ekonomiki* [Innovative Enterprises in Universities: Issues of Integration with the Real Sector of the Economy]. Moscow: Urait Publishing House, 382 p. (In Russ.)

The paper was submitted 17.09.19

Accepted for publication 20.10.19