

Топоркова О.В.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

E-mail: toporkova.vstu@gmail.com

ИННОВАЦИИ В СИСТЕМАХ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Исследование инноваций в системах высшего технического образования ведущих стран мира в первые десятилетия XXI века обусловлена возможностью применения ценных достижений зарубежной педагогической науки и практики при решении насущных проблем отечественного высшего технического образования, поисков путей повышения качества подготовки будущих инженеров в нашей стране. В ходе теоретического исследования работы национальных и международных аккредитационных агентств, профессиональных инженерных сообществ и ассоциаций по повышению качества инженерного образования установлено, что выпускники аккредитованных образовательных программ инженерно-технического бакалавриата, в полной мере готовы к комплексной инженерной деятельности, а выпускники магистратуры – к инновационной инженерной деятельности. Основными подходами к организации обучения в высшей технической школе за рубежом на современном этапе являются: традиционное обучение, основанное на строгом дисциплинарном учебном плане, проектное обучение, проблемное обучение, и обучение на основе интегрированного учебного плана, применяемое в подходе CDIO, получившего распространение в практике высшей технической школы за рубежом в первые десятилетия XXI в.

Сущностную особенность подхода CDIO к реформированию и проектированию инженерных образовательных программ, представлены инновации в содержании современных образовательных программ высшего технического образования, проанализированы инновационные технологии, применяющиеся в практике зарубежной высшей технической школы, представлены основные тенденции развития высшего технического образования на современном этапе.

Ключевые слова: высшее техническое образование, инновации в инженерном образовании, инженерное образование за рубежом, компетенции инженеров, комплексная инженерная деятельность, инновационная инженерная деятельность, инициатива CDIO, MOOC, «перевернутый класс»

Toporkova O.V.

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

E-mail: toporkova.vstu@gmail.com

INNOVATIONS IN THE SYSTEMS OF ENGINEERING EDUCATION AT THE PRESENT TIME

The study of innovations in the systems of higher technical education of the leading countries of the world in the first decades of the 21st century is due to the possibilities of applying the valuable achievements of foreign pedagogical science and practice in solving urgent problems of domestic higher technical education, searching for ways to improve the quality of training of future engineers in our country. In the course of a theoretical study of the work of national and international accreditation agencies, professional engineering communities and associations to improve the quality of engineering education, it was found that graduates of accredited educational programs of engineering and technical bachelor's degrees are fully prepared for integrated engineering activities, and master's degree graduates – for innovative engineering activities. The main approaches to the organization of education at a higher technical school abroad at the present stage are: traditional education based on a strict disciplinary curriculum, project-based learning, problem-based learning, and learning based on an integrated curriculum used in the CDIO approach, which has become widespread in the practice of higher education. technical school abroad in the first decades of the XXI century.

There are features of the CDIO approach to reforming and designing engineering educational programs, innovations in the content of modern educational programs of higher technical education are presented, innovative technologies used in the practice of foreign higher technical schools are analyzed, and the main trends in the development of higher technical education at the present stage are presented.

Key words: higher technical education, innovations in engineering education, engineering education abroad, competencies of engineers, complex engineering activities, innovative engineering activities, the CDIO initiative, MOOCs, flipped classroom.

Человечество сегодня живет в глобальном постоянно меняющемся взаимосвязанном мире. Глобализация, интернационализация и информатизация – факторы, оказывающие влияние на все сферы жизни, в том числе и образование. Актуальные требования к высшему образованию, как одному из важнейших социокультурных институтов, детерминированы также переходом от цивилизации индустриальной к цивилизации постиндустриальной, с преобладанием инновационного сектора в экономике и усилением конкуренции во всех видах деятельности. Синонимом современного мира стал VUCA-мир по первым буквам его характеристик: Volatility (англ. нестабильность), Uncertainty (англ. неопределенность), Complexity (англ. сложность), Ambiguity (англ. неоднозначность). Все это обуславливает необходимость подготовки профессионалов нового формата, способных к работе в условиях постоянно изменяющейся реальности.

Обновление системы высшего технического образования, обеспечивающего подготовку высококвалифицированных кадров, способных превращать свои знания в востребованный продукт в условиях инновационной экономики, требует внедрения образовательных инноваций. Актуальность исследования передового международного опыта подготовки инженеров с целью выявления инноваций в высшей технической школе за рубежом обусловлена перспективами использования ценных достижений зарубежной педагогической науки и практики при модернизации отечественной системы высшего технического образования.

Изменение характера инженерной деятельности на постиндустриальном этапе развития общества привело к необходимости подготовки выпускников инженерно-технических направлений к комплексной и инновационной инженерной деятельности. Согласно определению, представленному в «Атрибутах выпускника и профессиональных компетенциях» Международным инженерным альянсом (англ. International Engineering Alliance, сокр. IEA) – интернациональной организацией, объединяющей различные общественно-профессиональные организации, занимающиеся проблемами качества высшего технического образования, – комплексная инженерная деятельность обла-

дает рядом или полным списком следующих характеристик:

1) включает использование различных ресурсов (человеческих, финансовых, технических, материальных, информационных и др.);

2) требует решения серьезных проблем, возникающих в результате взаимодействия широкого круга технических, инженерных или других вопросов, возможно, конфликтующих;

3) включает творческое использование инженерных принципов и исследовательских знаний с применением новых способов;

4) имеет серьезные последствия в различных контекстах, характеризующихся сложностью прогнозирования и трудностью сглаживания;

5) может выходить за пределы предыдущего опыта, требуя применения основанных на принципах подходов [8].

Таким образом, выпускники технических факультетов должны быть готовы в своей профессиональной деятельности использовать различные ресурсы; решать сложные вопросы как технического характера, так и другие; иметь глубокие инженерные знания, развитое абстрактное мышление, умение применять аналитический подход; анализировать сложные продукты инженерной деятельности с применением релевантных подходов; принимать во внимание интересы различных сторон, возможно, противоречивые; учитывать возможные последствия своих решений в различных контекстах (экологическом, экономическом, техническом, социальном).

Важными отличиями инновационной инженерной деятельности, очевидно, являются ее более творческий характер; необходимость в глубоких специализированных и междисциплинарных знаниях для разработки, создания и введения в эксплуатацию инновационных конкурентоспособных технических систем, объектов и технологических процессов; масштабные последствия в различных контекстах; необходимость принятия решений в условиях неполной или ограниченной информации, а также умения действовать в условиях конкуренции и неопределенности.

Российский исследователь Н.И. Наумкин к основным характеристикам инновационной инженерной деятельности справедливо относит:

«интеграцию инженерных функций и видов деятельности», «усиление творческого характера», «ориентацию на потребности рынка» а также «эффективную межпрофессиональную коммуникацию» [2, с. 5].

Таким образом, для ведения инновационной инженерной деятельности у выпускников инженерных вузов необходимо развивать творческое мышление, способность формулировать и решать инженерные задачи в условиях неопределенности и конкуренции, навыки эффективного сочетания различных инженерных функций и видов деятельности, умение прогнозировать важные контекстные последствия, включая нетехнические; формировать глубокие специализированные знания и понимание широкого междисциплинарного контекста инженерной деятельности; определять и отвечать на потребности рынка; развивать навыки межпрофессионального общения.

Новые компетенции, необходимые выпускникам бакалавриата и магистратуры в области техники и технологий, нашли свое отражение в требованиях, предъявляемых к программам высшего технического образования национальными и международными аккредитационными агентствами, такими, например, как Агентство по аккредитации программ в области инженерии, информатики, математики, и естественных наук в ФРГ, Комиссия по инженерным званиям во Франции, Инженерно-технический Совет в Великобритании. Важно подчеркнуть, что перечисленные агентства уполномочены присуждать инженерным программам европейский знак качества EUR-ACE®, как и другие агентства-члены Европейской сети по аккредитации в области инженерного образования (ENAEЕ – сокр. англ.) – международной организации, целью которой является создание общеевропейской системы аккредитации программ высшего технического образования, повышение качества инженерного образования в Европе и за ее пределами, содействие мобильности профессиональных инженеров и продвижение инноваций в инженерном образовании. В нашей стране членом ENAEЕ является Ассоциация инженерного образования России.

Следует отметить, что Инженерно-технический совет Великобритании также представляет страну в рамках Вашингтонского соглашения –

международного соглашения об эквивалентности программ инженерного бакалавриата, аккредитованных сторонами-подписантами. Аккредитационные агентства других стран-участников Вашингтонского соглашения, такие как Совет по аккредитации программ в области техники и технологий АВЕТ в США, Японский совет по аккредитации инженерного образования JABEE и Инженерный аккредитационный совет Канады СЕАВ — предлагают сопоставимые критерии для оценки аккредитуемых инженерных программ.

Анализ требований, предъявляемых к выпускникам-инженерам в критериях аккредитации вышеупомянутых агентств показывает, что выпускники аккредитованных образовательных программ инженерно-технического бакалавриата в полной мере должны быть готовы к комплексной инженерной деятельности, в то время, как выпускники магистратуры – к инновационной инженерной деятельности. Формирование готовности к обучению в течение всей жизни является важным требованием к подготовке будущего инженера.

Определение компетенций, которыми должны владеть выпускники инженерно-технических специальностей, занимает значимое место и в работе международных профессиональных инженерных сообществ и ассоциаций, таких как Международное общество по инженерной педагогике, Европейское общество инженерного образования, Американское общество инженерного образования и др. Эти сообщества проводят ежегодные конференции, издают научные журналы, в публикациях и на секциях конференций обсуждая атрибуты и компетенции, необходимые выпускникам технических направлений на современном этапе развития общества, активно содействуют повышению качества инженерного образования во всем мире, развитию и распространению инновационных подходов в высшем техническом образовании. Многие национальные и интернациональные сообщества действуют под эгидой IEA, который способствует заключению между странами-участниками соглашений о взаимном признании аккредитованных образовательных программ и установлении общих стандартов в области компетенций профессиональных инженеров, инженеров-технологов и

инженеров-техников как ключевых карьерных траекторий выпускников технических вузов и ссузов, что, в свою очередь, способствует мобильности инженерных кадров. Упомянутый выше документ Альянса «Атрибуты выпускника и профессиональные компетенции» является важным универсальным руководством как для национальных аккредитационных агентств при разработке критериев аккредитации инженерных образовательных программ, так и для профессиональных инженерных сообществ в их работе по обеспечению качества высшего технического образования, и может быть рекомендован для учета международных тенденций при проектировании программ высшего технического образования в нашей стране.

На рубеже столетий национальные и международные профессиональные инженерные сообщества и ученые в ведущих странах мира заговорили о необходимости формирования глобальной компетенции инженера, потребность в которой появилась в связи с глобализацией экономики. Анализ составляющих глобальной компетенции инженера, представленных в научных трудах зарубежных ученых (A.D.C. Chan, J. Fishbein, A. Mazumder, A. Parkinson, J. Harb, S. Magleby и др.) позволяет сделать вывод о том, что специалист со сформированной глобальной компетенцией обладает рядом характеристик, необходимых для инновационной инженерной деятельности – креативностью, умением использовать междисциплинарный подход в работе, системным мышлением, способностью решать сложные вопросы, лидерскими качествами.

Необходимо отметить, что при разработке образовательных программ в области техники и технологий ведущие зарубежные вузы ориентируются не только на требования аккредитационных советов и профессиональных инженерных сообществ, но и на пожелания и потребности работодателей, а также своих преподавателей и студентов. В результате все чаще зарубежные университеты предлагают программы подготовки будущих инженеров, в разработке которых активное участие принимали представители промышленных предприятий – потенциальных работодателей выпускников [7], [10], [12] и др.

Помимо кооперации университетов с предприятиями-партнерами для установления не-

обходимых компетенций и предметов учебного плана имеются и другие инновационные изменения в содержании образовательных программ инженерно-технического направления за рубежом, такие как интернационализация учебных планов, внедрение принципов устойчивого развития и другие, выявленные нами в ранее проведенном исследовании [3].

Особенности проектирования образовательной программы определяются подходом к организации обучения. Проведенный анализ научных публикаций зарубежных исследователей, учебных планов и образовательных программ ведущих зарубежных технических университетов показал, что основными подходами к организации обучения в высшей технической школе за рубежом на современном этапе являются: традиционное обучение, основанное на строгом дисциплинарном учебном плане, проектное обучение, проблемное обучение, и обучение на основе интегрированного учебного плана, применяемое в подходе CDIO, получившего распространение в практике высшей технической школы за рубежом в первые десятилетия XXI в.

Инициатива CDIO представляет собой комплексную методологию реформирования существующих программ высшего технического образования и разработки новых программ. Основопологающим принципом подхода CDIO является использование жизненного цикла объектов и систем: планирование (от англ. Conceiving), проектирование (от англ. Designing), производство (от англ. Implementing), применение (от англ. Operating) в качестве контекста инженерного образования, что направлено на преодоление разрыва между теорией и практикой. Разработанные в рамках подхода 12 стандартов образовательных программ, а также перечень компетенций (CDIO Syllabus), необходимых будущим инженерам, могут быть рекомендованы к применению при проектировании и разработке программ высшего технического образования в нашей стране.

Требования к выпускникам в CDIO Syllabus определялись при активном участии стейкхолдеров (представителей промышленности, студентов, преподавателей, общественных организаций), что позволило сформировать актуальный, последовательный и подробный перечень необходимых инженерных компетенций,

на основе которого определяются цели образовательных программ и оцениваются достижения выпускников. Он дополняет и значительно расширяет критерии, предложенные АВЕТ, JABEE, SEAB и другими аккредитационными агентствами. Большое значение в Перечне придается формированию личностных и межличностных компетенций. Важным достоинством CDIO Syllabus является возможность его адаптации при планировании результатов обучения для конкретной образовательной программы. Другими очевидными преимуществами Перечня CDIO Syllabus являются: подробное формулирование целей обучения с детализацией требований к выпускникам инженерных образовательных программ; акцент на формировании личностных и межличностных компетенций выпускников; возможность применения при проектировании программ в различных инженерных областях; соответствие современному контексту инженерной деятельности.

Принципы и стандарты подхода CDIO нашли применение и в нашей стране, например, в НИ ТПУ, НИТУ «МИСиС», МАИ, НИЯУ МИФИ, МЭИ, КНИТУ-КАИ, УрФУ, СФУ, СВФУ и др. [1].

Необходимость постоянного совершенствования образовательных программ высшего технического образования, наряду с жесткой конкуренцией за привлечение большего числа студентов, привели ведущие зарубежные технические вузы к пересмотру традиционных методов и технологий обучения и внедрению более эффективных подходов к обучению, в том числе с использованием онлайн и других цифровых технологий.

Следует отметить, что несмотря на то, что математика и инженерные науки, лежащие в основе инженерного дела, традиционно являются сложными для онлайн-обучения, требующими наличия лабораторий и сложного оборудования, успехи в развитии технологий в последние годы сделали возможным моделирование сложных объектов и систем посредством компьютеров, тем самым актуализировав применение электронного обучения при подготовке инженеров и появление онлайн-программ инженерного образования. Одним из первых аккредитованных онлайн-курсов в инженерном образовании за рубежом стал курс по электронике и оптике

для встроенных систем, являющийся основным результатом инновационного и новаторского проекта EOLES TEMPUS, ориентированного на инженерное образование.

В настоящее время многие программы высшего технического образования за рубежом имеют контент, предлагаемый в Интернете, который включает индивидуальные курсы, домашние задания и исследовательские проекты. Следует отметить, что не всегда четко определено, что считать «онлайн-программой». Кроме того, процент онлайн-контента для любой академической программы часто меняется.

Аккредитацией онлайн-программ инженерного образования занимаются как специальные организации по обеспечению качества онлайн-обучения, так и те же организации, в ведении которых находится аккредитация традиционных программ инженерного образования.

В последние годы во всем мире стали также появляться организации, чьей главной задачей является управление качеством именно электронного обучения. Среди них Европейский Фонд качества электронного обучения (англ. European Foundation for Quality in e-Learning) и американская организация по оценке качества онлайн-курсов Quality Matters.

Современный этап развития электронного обучения характеризуется активным развитием его новой модели – массовых открытых онлайн-курсов (МООК). Как следует из названия, МООК — это курсы обучения, проводимые онлайн, обеспечивающие открытый доступ для максимально большого количества участников, бесплатные в своей основе. Первоначальная цель МООК заключалась в том, чтобы сделать образование более открытым и предоставить бесплатный доступ к университетскому уровню образования как можно большему количеству студентов [15]. Появление МООК привело к изменению образовательных концепций и методов обучения в традиционных классах, ознаменовав наступление нового этапа развития процесса информатизации образования.

Можно выделить следующие причины, по которым ведущие мировые вузы, в том числе технические, активно включились в процесс создания, наполнения и функционирования МООК:

1) доступ к высшему образованию большого количества участников с разных стран мира,

что может способствовать увеличению количества очных студентов;

2) обеспечение узнаваемости бренда вуза на международном уровне;

3) возможности экспериментирования с методами и технологиями обучения, проведение исследований;

4) снижение затрат на организацию обучения.

Кроме того, как отмечают исследователи, MOOK помогают решить проблему бюджетных ограничений высшего образования и помогают снизить стоимость курсов для получения степени, позволяя проводить недорогие эксперименты с низким уровнем риска в различных формах предоставления высшего образования [Ibid.].

COVID-19 с повсеместными локдаунами актуализировали применение онлайн-курсов для инженерного образования. Так, согласно отчету Массачусетского технологического института, количество посетителей открытых онлайн-курсов университета в апреле-мае 2020 г. увеличилось на 75 %, при этом 70 % посетителей находились за пределами США [11]. Согласно отчету Class Central, платформы по сбору информации об онлайн-курсах, треть учащихся, которые когда-либо регистрировались на платформах MOOK, присоединились к ним в 2020 году, при этом из более, чем 2800 предлагаемых курсов MOOK 26,9 % в 2020 г. относились к области техники и технологий, являясь самым большим сегментом из предлагаемых курсов MOOK [13].

Анализ научных публикаций зарубежных ученых и практиков инженерного образования (R. Cobos, J.C. Ruiz Garcia, E.E. Luan, E. He, D. Gao, S. Sezgin, N. Sevim Cirak и др.) позволяет выделить следующие преимущества применения MOOK в процессе подготовки специалистов в области техники и технологий:

1. Одним из главных преимуществ многие исследователи называют онлайн-образование как таковое, предоставляющее возможность обучающимся общаться и обсуждать проблемы без личного присутствия. Однако важной представляется роль преподавателя как фасилитатора процесса обучения, организующего площадки для дискуссий и осуществляющего контроль.

2. Интерактивные форумы MOOK могут способствовать созданию неформальных сооб-

ществ студентов, преподавателей, профессоров, профессиональных инженеров. Часто участники этих сообществ продолжают общение друг с другом и по окончании курсов.

3. Несомненным преимуществом является бесплатный доступ максимально большого количества участников, что позволяет как начинающим, так и опытным инженерам осуществлять процесс своего непрерывного образования.

4. Процесс производства видео для курса MOOK осуществляется профессиональной командой вуза. Он также может осуществляться в сотрудничестве как с профессиональными инженерами, так и с другими университетами. При этом запись видео возможна не только в аудитории, но и на реальном промышленном предприятии. Все это способствует производству качественного актуального теоретического контента, который следует постоянно обновлять.

5. Предоставляет возможность вузам экспериментировать с инновационными подходами к обучению.

6. Курсы MOOK могут способствовать повышению интереса молодежи к инженерной профессии.

7. Многие курсы MOOK разрабатываются и ведутся ведущими профессорами, работающими в университетах-лидерах инженерного образования. Обучение на их курсах может стать интересным и полезным опытом для студентов всего мира.

8. Обеспечение принципа многообразия инженерного образования за счет привлечения на курсы участников из разных стран, разных слоев населения, мужчин и женщин, лиц с ограниченными возможностями, национальных меньшинств.

Таким образом, MOOK предоставляют возможность обучающимся приобрести необходимые актуальные знания в подходящем для них темпе, способствуют развитию навыков творческого и критического мышления в адаптивной среде, поддерживают мотивацию молодежи в выборе инженерной профессии, способствуют созданию собственных сообществ настоящих и будущих инженеров, помогают обучающимся адаптироваться к современным проблемам инженерной деятельности и меняющимся требованиям к работе специалистов в области

техники и технологий. В то же время имеются определенные трудности по предоставлению курсов MOOK для подготовки будущих инженеров:

1. Проведение экспериментов, необходимых для обучения будущих инженерных специалистов, представляется достаточно сложным. Отсутствие возможности опыта работы непосредственно в лаборатории может представлять серьезную проблему, т. к. практическое обучение и практика являются жизненно важными в инженерном образовании

2. Процесс производства видео-лекций является трудозатратным особенно для преподавателей инженерно-технических дисциплин, в том числе и потому, что предоставляемый контент требует постоянного обновления.

3. Обеспечение качества получаемого образования является сложным вопросом.

4. Процент студентов, оканчивающих курсы MOOK, остается небольшим.

5. Обучающиеся должны нести ответственность за собственное обучение, уметь управлять им. Мотивация и способность к самоуправлению студентов являются ключевыми требованиями, а цифровая грамотность – необходимым условием.

6. Прохождение курса часто требует много времени и усилий со стороны обучающихся, при этом студенческий опыт и общение осуществляются виртуально, без реального оффлайн взаимодействия, которого может не хватать многим обучающимся.

7. Многие курсы не ведут к получению документов, подтверждающих профессиональную квалификацию. Такие курсы могут быть полезны для людей, уже имеющих диплом инженера и продолжающих свое обучение в течение всей жизни. Тем не менее, возможность получения сертификата о прохождении курса, на наш взгляд, может стать стимулом для его завершения.

8. На курсах MOOK, как и на любом дистанционном курсе, существует определенная сложность с идентификацией личности обучающегося, поэтому высока вероятность подмены или нечестного поведения со стороны участников.

9. Открытым остается вопрос о признании работодателями сертификатов, полученных на MOOK.

10. При обучении на зарубежных курсах студентам необходимо уверенное владение иностранным языком.

Следует отметить, что новейшие технологии открыли новые возможности для студентов инженерных специальностей, предпочитающих онлайн-образование. Виртуальная реальность и иммерсивное обучение, удаленные и виртуальные лаборатории, компьютерная графика и дополненная реальность дали возможность преподавателям интегрировать физическую лабораторию в онлайн-образование. В настоящее время существует большое количество инженерных онлайн-курсов и программ, использующих эти новейшие технологические решения при обучении студентов.

Несмотря на наличие образовательных программ подготовки инженеров, реализуемых полностью в режиме онлайн, многие исследователи и практики инженерного образования как в нашей стране, так и за рубежом справедливо считают, что предпочтительным в высшем техническом образовании является смешанное обучение, в котором воплощены преимущества как традиционного, так и онлайн-обучения [4], [5], [14]. Широкое распространение в инженерном образовании получила технология смешанного обучения «перевернутый класс», относящаяся к активным методам обучения, центрированном на студенте.

Концептуальной основой технологии «перевернутый класс» исследователи называют теорию социального конструктивизма Л.С. Выготского (J. L. Bishop, M.A. Verleger, W. Maciejewski и др.), теорию полного усвоения Б. Блума (M.B. Клари́н, J. Eppard, A.A. Rochdi, J. Bergmann, A.A. Sams и др.), теории самодетерминации и когнитивной нагрузки (L. Abeysekera, P. Dawson, D. Schultz, S. Duffield, S.C. Rasmussen, J. Wageman и др.), а также когнитивную теорию мультимедийного обучения (С.К. Ло).

Эффективность применения данной технологии при подготовке инженеров, более высокие достижения обучающихся, чем при традиционном обучении, подтверждаются многочисленными публикациями зарубежных ученых [5], [6], [9] и др.

Таким образом, тенденциями развития систем высшего технического образования на

современном этапе являются: увеличение внимания к вопросам подготовки инженеров как со стороны университетов, академического сообщества, так и государства, промышленности, общественности; внедрение компетентного подхода и студентоцентрированной модели обучения; интернационализация инженерного образования; усиление роли неправительственных национальных и международных организаций в сфере инженерного образования; воз-

растание роли промышленности на всех этапах подготовки специалистов в области техники и технологий: учет предложений промышленных компаний при определении критериев аккредитации инженерных образовательных программ, в первую очередь, требований к результатам обучения выпускников, а также изменение образовательных программ под задачи производственного сектора; расширение компетенций специалиста в области техники и технологий.

19.04.2023

Список литературы:

1. Жураковский В. М. Современные тенденции развития инженерного образования на основе интеграции образования, науки и инноваций / В.М. Жураковский // Модернизация инженерного образования: российские традиции и современные инновации. 2017. С. 13-27.
2. Наумкин, Н. И. Инновационные методы обучения в техническом вузе / Н. И. Наумкин // Под ред. П.В. Сенина, Л.В. Масленниковой, Э.В. Майкова. Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2007. 122 с.
3. Топоркова, О.В. О содержании программ высшего технического образования за рубежом: современные тенденции (обзор) / О.В. Топоркова // Высшее образование в России (Vyshee obrazovanie v Rossii) (Higher Education in Russia). 2020. Т. 29, № 3. С. 153-167.
4. Чучалин, А. И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // Высшее образование в России. 2018. №. 10. С. 47-62.
5. Alkhatib O. J. An interactive and blended learning model for engineering education / O.J. Alkhatib // Journal of Computers in Education. 2018. Vol. 5. №. 1. P. 19-48.
6. Castedo, R. Flipped classroom—comparative case study in engineering higher education/ R. Castedo, L.M. López, M. Chiquito, J. Navarro, J.D. Cabrera, & M. F. Ortega // Computer Applications in Engineering Education. 2019. Vol. 27(1). P. 206-216.
7. Das, S. A new responsive model for educational programs for industry: The university of Detroit Mercy advanced electric vehicle graduate certificate program / S. Das, L. Hanifin, S. Newell // SAE International Journal of Passenger Cars – Electronic and Electrical Systems. 2010. Vol. 3. Iss. 2. P. 10-18. DOI: <https://doi.org/10.4271/2010-01-2303>
8. IEA. Graduate Attributes and Professional Competences [Electronic Resource] / IEA. 2013. Available at: <https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies.pdf>
9. Karabulut-Ilgu, A. A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education / A. Karabulut-Ilgu, N. Jaramillo Cherez, C.T. Jähren // British Journal of Educational Technology. 2018. Vol. 49. №. 3. P. 398-411.
10. Korhonen-Yrjänheikki, K. New challenging approaches to engineering education: enhancing university–industry co-operation / K. Korhonen-Yrjänheikki, T. Tukiainen, M. Takala // European Journal of Engineering Education. 2007. Vol. 32. №. 2. PP. 167-179. DOI: 10.1080/03043790601118697
11. MIT. 2020 OCW Impact Report [Electronic Resource] / MIT. Available at: https://ocw.tau.edu.ng/about/site-statistics/2020-19_OCW_supporters_impact_report.pdf
12. Poulouva, P. Innovations in Software Engineering Subjects / P. Poulouva, I. Simonova // International Conference on Computational Collective Intelligence. Springer, Cham, 2016. P. 323-332.
13. Sha, D. By the numbers: MOOCs in 2020 [Electronic Resource] / D. Sha. Available at: <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020>
14. Yigit, T. Evaluation of blended learning approach in computer engineering education / T. Yigit, A. Koyun, A.S. Yuksel, I.A. Cankaya. // Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2014. Vol 141. P. 807-812.
15. Yuan, L. MOOCs and open education: Implications for higher education [Electronic Resource] / L. Yuan, S. J. Powell. 2013. Available at: <http://e-space.mmu.ac.uk/619735/1/MOOCs-and-Open-Education.pdf>

References:

1. Zhurakovskij V. M. (2017). Sovremennye tendencii razvitiya inzhenerogo obrazovaniya na osnove integracii obrazovaniya, nauki i innovacij [Modern trends in the development of engineering education based on the integration of education, science and innovation]. *Modernizaciya inzhenerogo obrazovaniya: rossijskie tradicii i sovremennye innovacii [Modernization of Engineering Education: Russian Traditions and Modern Innovations]*, pp. 13-27.
2. Naumkin N. I. (2017). *Innovacionnye metody obucheniya v tekhnicheskom vuze [Innovative teaching methods at a technical university]*. In P.V. Senin, L.V. Maslennikova, E.V. Majkov (Eds.). Saransk, Mordov Univ. Publish., 122 p.
3. Toporkova O.V. (2020). On the Content of Higher Technical Education Curricula Abroad: Current Trends (Review). *Vyshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. Vol. 29, no. 3, pp. 153-167.
4. Chuchalin, A.I. (2018). Inzhenernoe obrazovanie v epohu industrial'noj revolyucii i cifrovoj ekonomiki [Engineering Education in the Epoch of Industrial Revolution and Digital Economy]. *Vyshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. No. 10, pp. 47-62.
5. Alkhatib O. J. (2018). An interactive and blended learning model for engineering education. *Journal of Computers in Education*. Vol. 5, no. 1, pp. 19-48.
6. Castedo R., López L. M., Chiquito M., Navarro J., Cabrera J. D., Ortega M. F. (2019). Flipped classroom—comparative case study in engineering higher education. *Computer Applications in Engineering Education*. Vol. 27(1), pp. 206-216.
7. Das S., Hanifin L. E., Newell S. (2010). A new responsive model for educational programs for industry: The university of Detroit Mercy advanced electric vehicle graduate certificate program. *SAE International Journal of Passenger Cars – Electronic and Electrical Systems*. Vol. 3, Iss. 2, pp. 10-18. DOI: <https://doi.org/10.4271/2010-01-2303>

8. IEA (2013). *Graduate Attributes and Professional Competences*. Available at: <https://www.ieagrements.org/assets/Uploads/Documents/Policy/Graduate-Attributes-and-Professional-Competencies.pdf>
9. Karabulut-Ilgu A., Jaramillo Cherez N., Jähren C. T. (2018). A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*. Vol. 49, no. 3, pp. 398-411.
10. Korhonen-Yrjänheikki K., Tukiainen T., Takala M. (2007). New challenging approaches to engineering education: enhancing university–industry co-operation. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 32, no. 2, pp. 167-179. DOI: 10.1080/03043790601118697
11. MIT (2020) *2020 OCW Impact Report*. Available at: https://ocw.tau.edu.ng/about/site-statistics/2020-19_OCW_supporters_impact_report.pdf
12. Poulou P., Simonova I. (2016) Innovations in Software Engineering Subjects. // *International Conference on Computational Collective Intelligence*. Springer, Cham, pp. 323-332.
13. Sha D. *By the numbers: MOOCs in 2020*. Available at: <https://www.classcentral.com/report/mooc-stats-2020>
14. Yigit T., Koyun A., Yuksel A. S., Cankaya I. A. (2014). Evaluation of blended learning approach in computer engineering education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. Vol 141. P. 807-812.
15. Yuan L., Powell S. J. (2013). *MOOCs and open education: Implications for higher education*. Available at: <http://e-space.mmu.ac.uk/619735/1/MOOCs-and-Open-Education.pdf>

Сведения об авторе:

Топоркова Ольга Викторовна, заведующий кафедрой Иностранных языков
Волгоградского государственного технического университета кандидат педагогических наук доцент,
E-mail: toporkova.vstu@gmail.com
Orcid-id: <https://orcid.org/0000-0003-0992-5301>