

АНАЛИЗ ТРЕНДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СООБЩЕСТВАХ

DOI: 10.18572/2686-8598-2022-5-1-34-48

Тихомиров Георгий Валентинович, Рыжов Сергей Николаевич
*Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)*

Каширское шоссе д.31, г. Москва, Российская Федерация
E-mail: redactor@profsobranie.ru

Аннотация: Непрерывное изменение технологического уровня промышленных производств и организационных структур требует наличия у инженера не только большого объёма знаний и навыков в различных дисциплинах, а также наличия опыта в освоении новых технологий при выполнении производственных задач. Это приводит к необходимости непрерывной модернизации программ подготовки инженера с учетом меняющихся требований путем апробации и использования новых подходов к образовательному процессу.

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа тенденций модернизации инженерного образования в Российской Федерации и за рубежом, которые отражены в публикациях в ведущих профильных журналах.

Ключевые слова: инженерное образование, тренды инженерного образования, сообщества инженерного образования, междисциплинарность, взаимообучение студентов, student-based learning, командное проектно-ролевое обучение, Problem-based learning, learning factory, непрерывное инженерное обучение, lifelong learning skills.

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно в мире совершается множество научных и технологических открытий, что приводит к совершенствованию технологий и разработке новых продуктов, имеющих более высокую сложность производства и, соответственно, более высокие требования к инженерной квалификации специалистов. Одной из главных задач подготовки будущего инженера, является обеспечение максимально информативного и эффективного процесса обучения, результатом которой является овладение инженером компетенций, необходимых для дальнейшей профессиональной деятельности.

Развитие инженерных наук в мире, привело к росту требований к качеству и полноте образования специалиста. Таким образом, для достижения технологической независимости страны в области производства высокотехнологической про-

дукции необходимо обеспечить насыщение высокопроизводительных секторов экономики высококвалифицированными кадрами, обладающими современными инженерными компетенциями.

Действующие стандарты по качеству образования и перечень компетенций, которыми должен обладать инженер в Российской Федерации и в Европейском сообществе представлены в Федеральных государственных образовательных стандартах Российской Федерации и Европейских стандартах EUR-ACE, APEC и EUR ING GUIDE соответственно.

Задачей данной работы является проведение анализа публикаций в ведущих журналах по инженерному образованию. На основе результатов данного анализа, будут рассмотрены наиболее актуальные подходы к обеспечению качества инженерного образования для их возможной апробации и внедрения в образовательный процесс технических университетов.

В данной статье термин «тренд» используется как показатель степени интереса преподавательского сообщества к различным подходам к формированию компетенций у студентов технических специальностей и молодых инженеров.

1. Сообщества и ассоциации инженерного образования

С целью совершенствования инженерного образования и повышения качества инженерной деятельности в учебном, научном и технологическом направлениях были образованы различные сообщества и ассоциации, деятельность которых направлена на выполнение данной задачи. На данный момент, по всему миру существуют множество различных сообществ содействия повышения качества инженерного образования, которые были сформированы либо по территориальному признаку, либо по общности направления инженерной подготовки.

В рамках проводимого исследования, был проведен обзор деятельности наиболее крупных сообществ и ассоциаций инженерного образования. В таблице 1 представлены сообщества и организации, проявляющие наибольшую публицистическую активность по вопросам, связанным с повышением качества инженерного образования. Критериями включения сообществ в данную таблицу выступали: общее количество публикаций членов сообщества, количество ссылок на сообщество в публикациях и наличие реализуемых проектов повышения качества инженерного образования.

Российские университеты активно сотрудничают с международными сообществами инженерного образования. Примером могут послужить проекты, совместно реализуемые между IGIP и Московским автомобильно-дорожным государственным техническим университетом [9], Томским Политехническим Университетом [10] и Самарским Университетом [11]. Взаимодействие с подобными организациями происходит, как на уровне отдельных преподавателей и исследователей, так и в виде крупных совместных проектов. Сообщества, представленные в таблице 1, кроме отдельных взаимодействий с организациями и отдельными исследователями, также реализуют свои долговременные проекты по повышению качества инженерного образования. К примеру, ASEE реализуют одновременно такие международные проекты, как проект коллаборации в исследованиях в области инженерного образования [12], проект сети исследований в инженерном образовании [13], проект австралийского сообщества [13] и другие.

Разумеется, отдельные проекты повышения качества инженерного образования проводят не только вышеописанные сообщества и ассоциации, но и отдельные образовательные учреждения и организации в рамках программы повышения конкурентоспособности. Примером таких программ в образовательных учреждениях Российской Федерации, можно назвать проекты внедрения инициативы

Таблица 1

**Перечень сообществ и ассоциаций инженерного образования,
анализируемых в рамках проводимого исследования**

№	Название ассоциации/ сообщества	Сокращенное обозначение	Уровень сообщества
1	European Society for Engineering Education [1] (Европейское сообщество по инженерному образованию)	SEFI	Международное сообщество, в сообщество входит 28 стран-участниц, включая Российскую Федерацию [1]
2	International Society for Engineering Pedagogy [2] (Международное сообщество по инженерной педагогике)	IGIP	Международное сообщество, в сообществе состоит более 1500 профессиональных инженеров преподавателей со всего мира [2]
3	International Association of Online Engineering [3] (Международная ассоциация онлайн инжиниринга)	IAOE	Международное сообщество, партнерами сообщества являются более 10 крупных университетов и компаний со всего мира [3]
4	International Federation of Engineering Education Societies [4] (Международная федерация сообществ по инженерному образованию)	IFEES	Международный проект, организующий взаимодействие различных сообществ по инженерному образованию, а также сотрудничающий с большим числом университетов и компаний со всего мира [4]
5	European Federation of National Engineering Associations [5] (Европейская федерация национальных инженерных ассоциаций)	FEANI	Европейский проект, организующий взаимодействие различных европейских сообществ по инженерному образованию [5]
6	American Society For Engineering Education [6] (Американское сообщество инженерного образования)	ASEE	Территориальное сообщество, преимущественно включающее в себя организации из США Большое число международных проектов
7	Общероссийская общественная организация Ассоциация инженерного образования России [7]	АИОР	Российская ассоциация инженерного образования, включающая в себя большое количество образовательных учреждений на территории РФ [7]
8	IEEE Education Society [8] (Общество развития образования IEEE)	IEEE Education Society	Сообщество Института инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers), которое занимается теорией и практикой образования и образовательными технологиями, необходимыми для эффективного предоставления знаний предметной области в областях, представляющих интерес для IEEE [8]

CDIO (The CDIO™ Initiative) в Томском Политехническом Университете [15], Сколковском институте Науки и Технологий [16] и СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [17], как наиболее результативных и активно освещаемых в рамках публицистической активности.

Различные проекты в области инженерного образования регулярно появляются и реализуются в различных образовательных учреждениях и научных организациях. Результаты данных проектов, представляемые в специализированных журналах, являются ценным источником данных, для обеспечения повышения качества инженерного образования. Так как сообщества и ассоциации инженерного образования включают в себя большое число образовательных учреждений, индустриальных партнеров, научных организаций и отдельных специалистов, то можно сделать вывод, что в журналах, курируемых данными сообществами и ассоциациями представлена наиболее актуальная и достоверная выборка результатов внедрения различных инициатив повышения качества инженерного образования. Данный факт является обоснованием проведения анализа именно таких журналов с целью уточнения современных трендов инженерного образования в международной среде инженерного образования. Алгоритм выбора журналов для проведения анализа, а также список анализируемых журналов будут представлены далее в работе.

2. Анализ передовых практик и трендов в инженерном образовании

Для проведения анализа передовых трендов и инициатив в области инженерного образования, были выбраны журналы, которые отвечают следующим требованиям:

- Журнал должен являться площадкой для публикаций, как минимум одного из сообществ, представленных в таблице 1;

- Журнал должен иметь выпуски в 2021-2022 годах, т.е. быть действующим;

- Значение индекса Хирша (h-индекс) журнала должно быть не менее 10.

В результате проведенного отбора, для проведения исследования, были выбраны следующие издания, отвечающие установленным требованиям:

- «International Journal of Engineering Pedagogy» (ISSN 21924880). Данный журнал является основной площадкой для публикации работ членов Международного общества по инженерной педагогике IGIP (International Society for Engineering Pedagogy) [2];

- «Инженерное образование» (ISSN 18102883, 25880306, 258802314). Данный журнал является одной из площадок для публикации работ членов Общероссийской общественной организации Ассоциация инженерного образования России [7].

Сравнение ключевых понятий по частоте встречаемости в данных журналов позволит не только выяснить наиболее актуальные тренды и инициативы в инженерном образовании, но и проанализировать отличие трендов инженерного образования в Российской Федерации от международных. Был проведен анализ публикаций по всем выпускам за 2019-2022 года, что позволило обеспечить обширную выборку данных. Для проведения анализа тенденций и инициатив в области инженерного образования на основе анализа статей выбранных журналов, было принято решение анализировать частоту использования идентичных ключевых понятий («ключевых слов») в статьях. Так как ключевые слова в описании статьи отражают содержание научной работы, то наиболее часто встречаемые ключевые слова, будут отражать основные темы исследований в области инженерного образования, т.е. отражать тренды инженерного образования. Подобный метод позволяет не только определить наиболее актуальные темы, но и провести анализ большого числа выпусков, так как не требуют больших временных затрат

на изучение материала. Таким образом, алгоритм анализа можно представить в виде следующих этапов:

- 1) Количественная оценка частоты упоминания ключевых слов в статьях выпусков 2019–2022 годов анализируемых журналов;
- 2) Сопоставление ключевых слов, обнаруженных в русскоязычном журнале «Инженерное образование» и англоязычном журнале «International Journal of Engineering Pedagogy»;
- 3) Отбор наиболее упоминаемых ключевых слов по индикатору частоты упоминаний ключевых слов в анализируемых журналах;
- 4) Представление и анализ полученных данных. Так как общее количество проанализированных статей для разных журналов будет отличаться, то данные будут представлены в виде усредненного количества упоминаний ключевых слов на 10 статей анализируемого журнала.

Используемый алгоритм анализа обладает рядом недостатков в число в которых входят: возможная проблема сопоставления ключевых слов на английском и русском языках, сложность отслеживания свежих передовых трендов инженерного образования с малым количеством публикаций, отсутствие устоявшегося ключевого слова — идентификатора для рассматриваемого в статье тренда инженерного образования. Тем не менее, для проведения исследования было принято решение использовать вышеописанный алгоритм анализа.

С учётом специфичной направленности данных журналов, наиболее частым встречаемым ключевым словом является «Инженерное образование» («Engineering education») или синонимичные слова. Также, с учётом пандемии коронавирусной инфекции COVID, такие ключевые слова как «Дистанционное обучение» и «Онлайн обучение» крайне часто встречаются в перечне ключевых слов исследований, что связано с переходом на дистанционный режим обучения. Таким образом промежуточные результаты анализа были обработаны таким образом, чтобы финальные результаты содержали исключительно данные об инициативах и узких областях интереса в области инженерного образования. В результате анализа выпусков журналов «The European Journal of Engineering Education» и «Инженерное образование» 2019–2022 годов было проанализировано 151 и 63 статей соответственно. Результаты анализа вышеописанных публикаций, приведенные в таблице 2, представлены в виде усредненного количества упоминаний ключевых слов на 10 научных работ. Для ранжирования, в таблице 2 также приведен оцененный индикатор частоты упоминания ключевых слов в анализируемых журналах, расчет которого проводился по формуле 1.

$$I_x = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^y (N_x^i)}{\sum_{i=1}^y (S^i)} \quad (1)$$

Где:

I_x — индикатор частоты упоминания ключевого слова x в анализируемых журналах;

n — количество статей для которого оценивается количество упоминаний ключевых слов;

y — количество анализируемых журналов;

N_x^i — количество упоминаний ключевого слова x в анализируемом журнале i ;

S^i — количество проанализированных статей в анализируемом журнале i .

Таблица 2

Результаты анализа наиболее актуальных инициатив в инженерном образовании на основе частоты упоминаний связанных ключевых слов в научных публикациях в анализируемых журналах

Ключевое слово (Key word)	Оцененное количество упоминаний ключевых слов в выпусках анализируемых журналов за 2019–2022 года на 10 статей		
	«The European Journal of Engineering Education»	«Инженерное образование»	Индикатор частоты упоминания ключевых слов в анализируемых журналах /
Командное проектно-ролевое обучение / проектное обучение/ проблемно-ориентированное обучение/ПОО (team project-role learning / project learning /challenge-based learning/ PBL/PBE)	1,92	0,95	1,64
Сертификация (certification)	0,93	0	0,65
Непрерывное инженерное обучение (continuing engineering education/ lifelong learning skills)	0,13	1,75	0,61
Виртуальная среда/платформа (Virtual instruments)	0,20	1,11	0,47
Взаимообучение студентов (Studio-based learning)	0,46	0,48	0,47
Вовлечение компаний (stakeholder involvement)	0,59	0,16	0,47
CDIO	0,39	0,48	0,42
Междисциплинарность (multidisciplinary learning)	0,20	0,79	0,37
Повышение квалификации (advanced training)	0,20	0,79	0,37
Обратная связь (feedback)	0,33	0,32	0,33
Компетенции (competencies)	0,20	0,48	0,28
Аккредитация (accreditation)	0,26	0,32	0,28
Геймификация обучения (Gamification)	0,20	0,32	0,23
Обучающая среда learning factory (learning factory)	0,26	0,16	0,23

Проанализировав результаты, представленные в таблице 2, можно сделать ряд выводов:

- Часто встречаемые ключевые слова Обратная связь (feedback), «Сертификация (certification)», «Аккредитация (accreditation)», «Повышение квалификации (advanced training)» являются направлением интереса в области реализации самого процесса инженерного образования, но не являются трендами или инициативами для повышения качества инженерного образования;

- В Российской Федерации и в международном инженерном сообществе, наиболее актуальны тренды инженерного образования, связанные с такими ключевыми понятиями, как «Непрерывное инженерное обучение» (continuing engineering education/ lifelong learning skills), «Взаимообучение студентов» (Studio-based learning), «Командное проектно-ролевое обучение / проектное обучение/ проблемно-ориентированное обучение/ПОО» (team project-role learning / project learning /challenge-based learning/PBL/PBE), «Междисциплинарность» (multidisciplinary learning), «Обучающая среда learning factory», что выражается в высокой частоте упоминания данных ключевых слов в научных работах анализируемого журнала.

3. Сравнительный анализ передовых практик в Российской Федерации и за рубежом

В результате проведенного анализа трендов журналов «The European Journal of Engineering Education» и «Инженерное образование» за 2019-2022 года, можно сделать ряд выводов относительно различий в актуальности некоторых подходов в инженерном образовании различных стран:

- Тренды связанные с такими ключевыми понятиями, как «Командное проектно-ролевое обучение / проектное обучение/ проблемно ориентированное обучение/ ПОО» (team project-role learning / project learning /challenge-based learning/ PBL/PBE), «Сертификация» (certification) и «Вовлечение компаний» (stakeholder involvement) имеют значительно более высокую актуальность у международного сообщества чем в Российской Федерации, что выражается в более чем вдвое большей частотой упоминания связанных ключевых слов;

- Тренды связанные с такими ключевыми понятиями, как «Непрерывное инженерное обучение» (continuing engineering education/ lifelong learning skills)», «Виртуальная среда/платформа» (Virtual instruments), «Междисциплинарность» (multidisciplinary learning), «Повышение квалификации» (advanced training) и «Компетенции» (competencies) напротив, более актуальны в Российской Федерации, что также выражается в значительно превосходящем количестве упоминаний связанных ключевых слов в работах Российского журнала.

Исходя из вышеизложенных фактов, можно судить об актуальных интересах Российской Федерации и Международного сообщества инженерного образования в области повышения качества инженерного образования. Для дальнейшего анализа различий были определены наиболее популярные выявленные подходы и инициативы инженерного образования, а именно:

- «Непрерывное инженерное обучение» (continuing engineering education/ lifelong learning skills);

- «Взаимообучение студентов» (Studio-based learning);

- «Командное проектно-ролевое обучение / проектное обучение/ проблемно ориентированное обучение/ ПОО» (team project-role learning / project learning / challenge-based learning/PBL/PBE);

- «Междисциплинарность» (multidisciplinary learning);

- «Обучающая среда learning factory»;

- «Вовлечение компаний» (stakeholder involvement).

Все указанные выше подходы нацелены на повышение качества инженерного образования путем изменения традиционного процесса обучения.

«НЕПРЕРЫВНОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБУЧЕНИЕ» (CONTINUING ENGINEERING EDUCATION/ LIFELONG LEARNING SKILLS).

Одним из наиболее часто встречаемых ключевых слов в процессе анализа является «Непрерывное инженерное обучение», и большое число научных работ посвящено именно данной концепции [18-23]. Концепция системы непрерывного инженерного образования заключается в реализации постоянного (ежегодного) обновления профессиональных знаний, а также качественное и количественное улучшение профессиональных навыков и компетенций инженера как в процессе обучения в высшем учебном заведении, так и после его окончания в процессе работы.

Как в исследованиях, опубликованных в журнале «The European Journal of Engineering Education» [18-19], являющейся площадкой международного сообщества по инженерному образованию, так и в журнале «Инженерное образование» [20-23] концепция Непрерывного инженерного обучения рассматривается неотрывно от другого анализируемого тренда «Проблемно ориентированное обучение» (Problem based learning). Это связано с самой идеей непрерывного обучения, которая заключается в приобретении инженером опыта и навыков в процессе решения рабочих задач. Таким образом, предоставление нестандартных вне учебных задач студентам, может привести к развитию у студентов дополнительных навыков и знаний, что также связывает эту концепцию с другим трендом инженерного образования «междисциплинарность».

Европейские [18] и Российские [23] исследователи сходятся во мнении, что стандартные процессы обучения инженеров должны быть дополнены различными мероприятиями и семинарами по приобретению компетенций от работающих специалистов, а также апробации своих приобретенных навыков на основе решения реальных прикладных задач, при дополнительной самостоятельной подготовке с использованием сторонних источников информации. Совместное применение концепции непрерывного обучение с проблемно ориентированным обучением, должно привести к увеличению эффективности обучения будущего инженера.

«КОМАНДНОЕ ПРОЕКТНО-РОЛЕВОЕ ОБУЧЕНИЕ / ПРОЕКТНОЕ ОБУЧЕНИЕ/ ПРОБЛЕМНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ/ ПОО» (TEAM PROJECT-ROLE LEARNING / PROJECT LEARNING / CHALLENGE-BASED LEARNING/PBL/PBE).

Как уже было сказано ранее, «проблемно ориентированное обучение» заключается в постановке перед студентами реальной прикладной задачи, которая требует предварительной подготовки в виде сбора дополнительных данных, освоения студентами дополнительными компетенциями и группового взаимодействия между студентами в процессе решения задачи. Применение подобного вида обучение может различаться по форме задачи и количеству участвующих лиц и, таким образом, разделяться на командное проектно-ролевое обучение и

проблемно-ориентированное обучение. Увеличение сложности и комплексности задачи перед студентами приводит к необходимости увеличения группы студентов для её решения, что в свою очередь приводит к росту актуальности и сложности деятельности руководителя группы и необходимости создания подгрупп со своими ответственными исполнителями. Таким образом, студенты приобретают опыт взаимодействия между различными подразделениями для выполнения общего рабочего проекта.

В процессе проведенного анализа трендов, было отмечено, что данная концепция является одной из наиболее актуальных тем в области повышения качества инженерного образования. Данное ключевое слово часто используется как европейскими исследователями [24-28], так и Российскими исследователями [29-31]. Условно данный подход можно разделить на полностью самостоятельном выполнении задачи студентами [24] и плотном взаимодействии студентов с инструкторами для получения информации по возможным источникам информации для решения задачи [28]. Кроме того, рассматривается подход к обучению студентов аналогичный проведению лабораторных работ на более профессиональном углубленном уровне [31]. Большое количество работ предлагают уже сформированные задачи для студентов, решение которых требует знаний и компетенций, необходимые инженеру различных специализаций.

«ВЗАИМООБУЧЕНИЕ СТУДЕНТОВ» (STUDIO-BASED LEARNING).

Некоторым ответвлением концепций «Непрерывное инженерное обучение» и «проблемно ориентированное обучение» является концепция «Взаимообучение студентов», которая заключается в создании условий, при которых студенты будут максимально эффективно обмениваться знаниями и навыками, как в процессе обучения, так и вне данного процесса. Исходя из сути концепции, становится очевидно, что наиболее эффективно данный метод обучения проявляет себя при совместной реализации с «командным проектно-ролевым обучением», так как именно при решении общей комплексной задачи возникает необходимость обмена опытом между задействованными студентами.

Среди большого числа исследований по всему миру [32-38] и работ российских исследователей [39-40], можно отметить, что российские исследователи подходят к данной концепции неотрывно от проблемно ориентированного обучения и в большинстве случаев рассматривают их исключительно комплексно. При анализе публикаций в международном источнике, можно отметить, что некоторые исследователи выделяют практику взаимообучения студентов в отдельное направление обучения [33, 35]. Тем не менее, опыт взаимодействия студентов в учебных целях, так или иначе касается задач совместного решения инженерных проектов обучающимися.

«МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОСТЬ» (MULTIDISCIPLINARY LEARNING).

В современных инженерных задачах часто требуются знания и компетенции инженера, находящиеся на стыке различных дисциплин. Данная проблема крайне актуальна и её важность возрастает ежегодно, что связано с большим количеством публикаций, затрагивающих данную тему [41-47]. Изменение методологии инженерной подготовки должно учитывать такие тенденции современного производ-

ства как его наукоемкость, переход к технологиям, возникшим на стыке разных научных знаний. Это требует от инженера не просто ориентироваться в системе междисциплинарных знаний, но и грамотно их использовать, понимать специфику их применения для решения тех или иных производственно-технологических задач [46]. Такой подход одинаково воспринимается как в работах российских исследователей, так и авторами в международном журнале.

Многие современные инженерные отрасли появились именно на стыке более общих инженерных дисциплин, при этом специалисты данной области должны владеть знаниями и компетенциями нескольких дисциплин. Совместно с появлением подобных междисциплинарных отраслей инженерии, должна быть модернизирована и система подготовки будущих инженеров с расчетом на создание более универсального специалиста, владеющего знаниями и компетенциями нескольких смежных инженерных дисциплин.

«ОБУЧАЮЩАЯ СРЕДА LEARNING FACTORY».

Ещё одним подвидом концепции «проектно-ориентированное обучение» является метод обучения «learning factory», который заключается в создании среды для обучения, максимально приближенной к производственному помещению и рабочему окружению будущего инженера. В ключевых словах данная концепция упоминается не так часто, что связано с высокими затратами на реализацию данного подхода к обучению студентов и необходимости частой модернизации подобной среды под требования будущих работодателей. Тем не менее, в исследованиях [48-51], которые были опубликованы в международном источнике, отмечается, что обучение с использованием данного подхода приводит к накоплению у студентов реального опыта работы и повышению их общего уровня инженерной подготовки.

Важно отметить, что данная концепция была реализована ещё в 1994 году в Германии [48]. Тем не менее, модернизированная под современные требования компаний концепция «learning factory» активно используется для обучения студентов в нескольких учебных заведениях высшего образования по всему миру.

В Российской Федерации применение данной концепции возможно в ряде инженерных направлений, требующих большого опыта и связанных с рисками в случае человеческой ошибки. Примером такой специальности инженера может служить оператор блочного щита управления (БЩУ) на атомной электростанции, для которых уже существуют высокотехнологичные тренажеры-эмуляторы БЩУ.

«ВОВЛЕЧЕНИЕ КОМПАНИЙ» (STAKEHOLDER INVOLVEMENT).

В основе данного понятия лежит положение, говорящее о том, что повышение креативности, качества и обширности инженерной подготовки является обязанностью не только учебных заведений, но и их индустриальных партнеров. В исследованиях международного сообщества [51-53] анализируются заинтересованные стороны и их возможный вклад в повышение качества инженерного образования. Чаще всего, заинтересованными сторонами является будущий работодатель инженера, окончившего обучения. Так как компания работодатель может заниматься узкоспециализированным производством и/или обслуживанием сложной техники, то выпускник при малом объеме практик может не сформировать реально востребованные компетенции для данной работы, что приводит

к необходимости дополнительного обучения и повышения квалификации. Кроме того, учебный процесс может отставать от современных технологий и методов, применяемых компанией работодателем, что также приводит к необходимости дополнительного обучения.

Под «Вовлечением компаний» стоит понимать не только плотное сотрудничество индустриальных партнеров с учебным заведением в области составления учебной программы, но и плотное взаимодействие в области стажировок, практик и экскурсий для студентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие технологий и инженерных направлений производств приводят к возрастанию требований к знаниям и навыкам инженеров, что в свою очередь приводит к возрастанию требований к качеству инженерного образования. Возникают специальности, требующие междисциплинарного подхода в обучении будущих инженеров, а современное производство требует наличие опыта в выполнении прикладных задач у окончивших обучение студентов. Ежегодные модернизации производств и технологий также приводят к необходимости дополнительного обучения у действующих инженеров, что выражается в повышении квалификации и сопутствующем обучении на протяжении всей жизни.

Подобные изменения приводят к необходимости внедрять новые образовательные подходы в традиционный процесс подготовки инженеров и обеспечению возможностей приобретения студентами реального производственного опыта, который можно получить в специально подготовленной образовательной среде при решении специально подготовленных прикладных задач, приближенных к реальным.

Именно эти цели преследуют различные концепции повышения качества инженерного образования, рассмотренные в данной работе. В ходе работы были выявлены наиболее актуальные ключевые понятия, формирующие тренды инженерного образования. Исследование проводилось на основе анализа журналов — площадок для публикаций наиболее крупных сообществ и ассоциаций инженерного образования. Проведенный анализ, показал, что большая часть современных трендов инженерного образования связана с концепциями приобретения опыта в области решения реальных прикладных задач, в окружении приближенного к реальному производственному процессу с требованием максимальной коммуникации между участниками решения задачи. Различие в имплементации данных подходов в образовательный процесс в европейских странах и Российской Федерации заключается в масштабе применения данных подходов и количестве компаний-партнеров, предоставляющих возможность дополнительного обучения будущих инженеров.

Выявленные в данной работе актуальные концепции повышения качества инженерного образования могут быть реализованы в технических университетах России для повышения качества подготовки специалистов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт сообщества «European Society for Engineering Education (SEFI)», URL: <http://www.sefi.be/>.

2. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт сообщества «International Society for Engineering Pedagogy (IGIP)», URL: <http://www.igip.org/>.
3. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт ассоциации «International Association of Online Engineering (IAOE)», URL: <http://online-engineering.org/>.
4. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт сообщества «International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)», URL: <https://www.ifees.net/>.
5. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт ассоциации «European Federation of National Engineering Associations (FEANI)», URL: <https://www.feani.org/>.
6. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт сообщества «American Society for Engineering Education (ASEE)», URL: <https://www.asee.org/>.
7. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт ассоциации «Общероссийская общественная организация Ассоциация инженерного образования России», URL: <http://www.ac-raee.ru/>.
8. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт сообщества «IEEE Education Society», URL: <https://iee-edusociety.org/>.
9. [Электронный ресурс] Официальный веб-сайт Национального мониторингового комитета Российской Федерации международного общества по инженерной педагогике IGIP, URL: <http://rmcigip.madi.ru/>.
10. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта взаимодействия международного общества по инженерной педагогике IGIP и Томского Политехнического Университета, URL: <https://portal.tpu.ru/portal/page/portal/TPU/institute/iip/international/igip/>.
11. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта взаимодействия международного общества по инженерной педагогике IGIP и Самарского Университета, URL: <https://ssau.ru/info/struct/op/faculties/idpo/cip/igip/>.
12. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта ASEE «ASEE Engineering Education Research Networks. Collaboratory for Engineering Education Research», URL: <https://CLEERhub.org/>.
13. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта ASEE «ASEE Engineering Education Research Networks. Research in Engineering Education Network (REEN)», URL: <https://grou.ps/reen/>.
14. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта ASEE «ASEE Engineering Education Research Networks. Educational Research Methods group, Australasian Association for Engineering Education (ERM-AAEE)», URL: <http://aaee-scholar.pbworks.com/w/page/1177049/ERM/>.
15. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта применения инициативы CDIO «The CDIO™ Initiative» в Томском Политехническом Университете, URL: <https://tpu.ru/education/activity/cdio>.
16. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта применения инициативы CDIO «The CDIO™ Initiative» в Сколковском институте Науки и Технологий, URL: <https://cdio.skoltech.ru/>.
17. [Электронный ресурс] Веб-сайт проекта применения инициативы CDIO «The CDIO™ Initiative» в СПбГЭТУ «ЛЭТИ», URL: <https://etu.ru/ru/fakultety/fakultet-informacionno-izmeritelnyh-i-biotehnicheskikh-sistem/unl-prolab-cdio-fibs/opisanie-unl-prolab-cdio-fibs/>.
18. Aditya Johri, 2021, Lifelong and lifewide learning for the perpetual development of expertise in engineering, European Journal of Engineering Education, том 47, выпуск 1, стр. 70-84.
19. Marina Miranda, Ángela Saiz-Linares, Almudena da Costa & Jorge Castro, 2020, Active, experiential and reflective training in civil engineering: evaluation of

- a project-based learning proposal, *European Journal of Engineering Education*, Том 45, выпуск 6, стр. 937-956.
20. Лихолетов В.В., 2020, Пригодность инструментария теории решения изобретательских задач (триз) для формирования навыков инженеров будущего, *Инженерное образование*, №27, стр.6-26
 21. Романова И.Н., 2020, Непрерывное образование при подготовке инженерных кадров, *Инженерное образование*, №28, стр.7-10
 22. Клименко Е.В., Никитина Г.В., 2021, Формирование предпрофессиональных компетенций будущего инженера: от детского сада до вуза, *Инженерное образование*, №29, стр. 95-104.
 23. Полицинский Е.В., 2021, К вопросам непрерывного технологического образования, *Инженерное образование*, №30, стр. 43-49.
 24. Katherine Bissett-Johnson & David F. Radcliffe, 2019, Engaging engineering students in socially responsible design using global projects, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 1, стр. 4-26.
 25. Llewellyn Mann, Rosemary Chang, Siva Chandrasekaran, Alicen Coddington, Scott Daniel, Emily Cook, Enda Crossin, Barbara Cosson, Jennifer Turner, Andrea Mazzurco, Jacqueline Dohaney, Tim O'Hanlon, Janine Pickering, Suzanne Walker, Francesca Maclean & Timothy D. Smith, 2020, From problem-based learning to practice-based education: a framework for shaping future engineers, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 1, стр. 27-47.
 26. Anette Kolmos, Jette Egelund Holgaard & Nicolaj Riise Clausen, 2020, Progression of student self-assessed learning outcomes in systemic PBL, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 1, стр. 67-89.
 27. Juebei Chen, Anette Kolmos & Xiangyun Du, 2020, Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: a review of literature, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 1, стр. 90-115.
 28. Xiangyun Du, Khalid Kamal Naji, Usama Ebead & Jianping Ma, 2020, Engineering instructors' professional agency development and identity renegotiation through engaging in pedagogical change towards PBL, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 1, стр. 116-138.
 29. Феськова Е.В., Бутакова С.М., 2021, Формирование у студентов осознанности интегративного образовательного результата в процессе освоения дисциплин естественнонаучного модуля, *Инженерное образование*, №29, стр. 53-63.
 30. Чернышев С.А., 2020, Опыт командного проектно-ролевого обучения программированию, *Инженерное образование*, №28, стр. 94-103.
 31. Гришмановский П.В., 2019, Практико-ориентированное построение учебной дисциплины с применением электронных образовательных ресурсов, *Инженерное образование*, № 25, стр. 37-45.
 32. Franziska Trede, Robin Braun & Wayne Brookes, 2020, Engineering students' expectations and perceptions of studio-based learning, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 3, стр. 402-415.
 33. Maryam Khosronejad, Peter Reimann & Lina Markauskaite, 2020, 'We are not going to educate people': how students negotiate engineering identities during collaborative problem solving, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 4, стр. 557-574.
 34. Jennifer Keenahan & Daniel McCrum, 2021, Developing interdisciplinary understanding and dialogue between Engineering and Architectural students: design and evaluation of a problem-based learning module, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 4, стр. 576-603.

35. Are Holen & Bjørn Sortland, 2021, The Teamwork Indicator — a feedback inventory for students in active group learning or team projects, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 2, стр. 230-244.
36. Maryse Gille, Romain Moulignier & Klara Kövesi, 2021, Understanding the factors influencing students' choice of engineering school, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 2, стр. 245-258.
37. Marietjie Havenga & Athur James Swart, 2022, Preparing first-year engineering students for cooperation in real-world projects, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 4, стр. 558-576.
38. Vitaliy Popov, Dine Brinkman, Karen P. J. Fortuin, Rico Lie & Yaoran Li, 2022, Challenges home and international students face in group work at a Dutch university, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 4, стр. 664-678.
39. Шаймарданов Ж.К., Рахметуллина С.Ж., Сурова Д.С., 2021, О совершенствовании систем управления университетом (на примере вкту им. Д. Серикбаева), *Инженерное образование*, №30, стр. 86-95.
40. Меренков А.В., Мельникова О.Я., 2021, Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустриями 4.0, *Инженерное образование*, №29, стр. 23-33.
41. Peter Hallberg & Johan Ölvander, 2021, Curriculum nativeness — measures and impacts on the performance of engineering students, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 2, стр. 274-298.
42. Guido Charosky, Lotta Hassi, Kyriaki Papageorgiou & Ramon Bragós, 2021, Developing innovation competences in engineering students: a comparison of two approaches, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 2, стр. 353-372.
43. Elina Kähkönen & Katja Hölttä-Otto, 2021, From crossing chromosomes to crossing curricula — a biomimetic analogy for cross-disciplinary engineering curriculum planning, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 3, стр. 516-534.
44. Benjamin James Ralph, Manuel Woschank, Corina Pacher & Mariaelena Murphy, 2022, Evidence-based redesign of engineering education lectures: theoretical framework and preliminary empirical evidence, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 4, стр. 636-663.
45. Соловьев В.П., Перескокова Т.А., 2021, Инженерные компетентности: исследовать, проектировать, управлять, *Инженерное образование*, №30, стр. 30-42.
46. Бойко Е.А., 2021, Междисциплинарность как условие подготовки современного инженера, Сборник тезисов докладов участников II Международной научно-практической конференции Инновационные направления интеграции науки, образования и производства, Керчь, 2021, стр. 685-688.
47. Ахметзянова Г.Н., Багатева А.О., Карелина Е.А., 2019, Междисциплинарная интеграция как вектор инженерной подготовки в техническом вузе, *Перспективы науки*, № 11, стр. 168-170.
48. Daniel Pittich, Ralf Tenberg & Karsten Lensing, 2019, Learning factories for complex competence acquisition, *European Journal of Engineering Education*, Том 45, выпуск 2, стр. 181-195.
49. Euan D. Lindsay & James R. Morgan, 2020, The CSU engineering model: educating student engineers through PBL, WPL and an online, on demand curriculum, *European Journal of Engineering Education*, Том 46, выпуск 5, стр. 637-661.
50. Fredrik Asplund & Elias Flening, 2021, Boundary spanning at work placements: challenges to overcome, and ways to learn in preparation for early career

- engineering, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 1, стр. 50-69.
51. Jeffrey Buckley, James Trevelyan & Christine Winberg, 2021, Perspectives on engineering education from the world of practice, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 1, стр. 1-7.
 52. David Lowe, Tom Goldfinch, Anthony Kadi, Keith Willey & Tim Wilkinson, 2021, Engineering graduates professional formation: the connection between activity types and professional competencies, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 1, стр. 8-29.
 53. Mariana Leandro Cruz & Gillian N. Saunders-Smiths, 2021, Using an industry instrument to trigger the improvement of the transversal competency learning outcomes of engineering graduates, *European Journal of Engineering Education*, том 47, выпуск 1, стр. 30-49.

ANALYSIS OF TRENDS IN QUALITY ASSURANCE OF ENGINEERING EDUCATION IN THE RUSSIAN FEDERATION AND INTERNATIONAL COMMUNITIES

Tikhomirov Georgy Valentinovich
Ryzhov Sergey Nikolaevich

*National Research Nuclear University "MEPhI" (NRU MEPhI)
Kashirskoe highway, 31, Moscow, Russian Federation*

Abstract: The continuous change in the technological level of industrial production and organizational structures requires an engineer not only to have a large amount of knowledge and skills in various disciplines, but also to have experience in mastering new technologies when performing production tasks. This leads to the need for continuous modernization of engineer training programs taking into account changing requirements by testing and using new approaches to the educational process.

The purpose of this work is to conduct a comparative analysis of trends in the modernization of engineering education in the Russian Federation and abroad, which are reflected in publications in leading specialized journals.

Keywords: Engineering education, trends in engineering education, communities of engineering education, interdisciplinarity, mutual learning of students, student-based learning, team project-role training, Problem-based learning, learning factory, continuous engineering training, lifelong learning skills

Подписка на I полугодие 2023 г.

*Общероссийская общественная организация
«Российское профессорское собрание»
начинает подписку на I полугодие 2023 г.*

Профессорский журнал. Серия: Русский язык и литература — 79623

Профессорский журнал. Серия: Рекреация и туризм — 79622

Объединенный каталог Урал-Пресс.