

Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании

Н. Г. Серебрякова

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

Адрес: 220012, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, д. 99-1

bsatu.serebryakova@gmail.com

Аннотация

Характер инженерной деятельности, функционирующей в рамках современной экономики, соответствует особенностям текущего экономического уклада. Специфика этого процесса, соответствующего историческому времени, однозначно формирует требования к инженерам. Отсюда неизбежно следуют требования к инженерному образованию и, далее, необходимость регулярной адаптации образования в соответствии с требованиями экономики. Исходя из того, что развитие информационных технологий определено сегодня в качестве одного из главных приоритетов развития экономики, следует вывод о необходимости переосмысления сущности инженерного знания, инженерной деятельности и инженерного образования. Эмпирической базой исследования явились статьи в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК (квартиль Q1), опубликованные за период 2008–2023 гг., и материалы конференций, проводимых международными ассоциациями инженеров. В качестве фактологической основы исследования были рассмотрены учебные планы подготовки инженеров в ведущих российских, белорусских и зарубежных вузах. Рассмотрено современное состояние инфосферы, ее место в современной экономике, инженерной деятельности и инженерном образовании. Проведена оценка цифровизации как современного инновационного этапа экономического развития. На основании проведенного анализа сделан вывод о том, что формирование новых подходов к инженерному образованию в информационном обществе требует формулировки концепции информационного приоритета, которая должна включать констатирующую часть, касающуюся инженерной деятельности и результирующую часть, посвященную вопросам инженерного образования.

Ключевые слова: инфосфера, инженерное образование, данные, знания, индекс развития информационных и коммуникационных технологий

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Серебрякова Н. Г. Приоритет инфосферы в современном инженерном образовании // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2023. Т. 19, № 3. С. 704–712. <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202303.704-712>

© Серебрякова Н. Г., 2023



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.



The Priority of the Information Sphere in Modern Engineering Education

N. G. Serebryakova

Educational institution "Belarussian State Agrarian Technical University", Minsk, Republic of Belarus
Address: 99-1 Independence Ave., Minsk 220012, Republic of Belarus
bsatu.serebryakova@gmail.com

Abstract

As part of the functioning of the modern economy, engineering activities are carried out, the nature of which corresponds to the peculiarities of the economic structure. The specificity of this process, corresponding to the historical time, unequivocally forms the requirements for engineers. This inevitably leads to requirements for engineering education and, further, the need for regular adaptation of education in accordance with the requirements of the economy. Based on the fact that the development of information technology is today defined as one of the main priorities for the development of the economy, the conclusion follows about the need to rethink the essence of engineering knowledge, engineering activities and engineering education. The empirical basis of the study was articles in peer-reviewed journals included in the HAC list (Q1 quartile) published over the period 2008-2023 and materials of conferences held by international associations of engineers. As a factual basis of the study, the curricula for training engineers in leading Russian, Belarusian and foreign universities were considered. The current state of the infosphere, its place in the modern economy and engineering activities are considered. An assessment of digitalization as a modern innovative stage of economic development has been carried out. Based on the analysis, it was concluded that the formation of new approaches to engineering education in the information society requires the formulation of the concept of information priority, which should include a stating part related to engineering activities and a resulting part dedicated to engineering education.

Keywords: infosphere, engineering activity, engineering education, data, knowledge, information and communication technologies development index

Conflict of interests: the author declares no conflict of interests.

For citation: Serebryakova N.G. The Priority of the Information Sphere in Modern Engineering Education. *Modern Information Technologies and IT-Education*. 2023;19(3):704-712. <https://doi.org/10.25559/SITITO.019.202303.704-712>



Введение

Ежегодно учреждениями высшего образования Республики Беларусь выпускается свыше 14 тысяч специалистов по профилям¹ «Техника и технологии», «Архитектура и строительство», «Сельское и лесное хозяйство»², российскими университетами — около 250 тысяч инженеров³, что составляет одну четвертую часть от общего количества выпускников бакалавриата и специалитета обеих стран. Таким образом, инженеры сегодня являются одними из самых востребованных экономи-

кой специалистов.

В то же время в структуре российского экспорта доля машин, оборудования и технологий составляет (по разным оценкам) от 2,9 до 5 %. Например, в Японии этот показатель равен 42 %. В экспорте машиностроительной продукции Республики Беларусь доля новейших и передовых технологий в 2022 году составляла 10 %, в импорте — 25,67 %.

Структура объема «промышленного производства РБ по уровню технологичности» представлена в Таблице 1.

Таблица 1. Структура объема промышленного производства РБ по уровню технологичности
Table 1. The structure of the volume of industrial production of the Republic of Belarus by the level of manufacturability

Отрасль экономики	2011	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Промышленность, всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100
низкотехнологичные производства	26,7	33,9	33,9	35,1	34,5	32,9	33,9	37,0	34,8
среднетехнологичные производства (низкого уровня)	35,7	31,3	29,5	27,7	29,5	30,5	29,2	26,3	28,0
среднетехнологичные производства (высокого уровня)	25,9	21,3	20,8	20,0	21,1	22,4	22,8	21,9	23,4
высокотехнологичные производства	1,7	2,2	2,8	2,9	3,0	2,8	2,8	3,3	3,1

Источник⁴.

Source⁴.

Исходя из анализа отечественного и мирового опыта⁵ можно констатировать, что конкурентоспособность экономики страны сегодня основывается не только на традиционных технико-экономических факторах [1]. В качестве одного из главных приоритетов развития белорусской и российской экономик определено развитие информационных технологий. Следовательно, в качестве приоритета выступает переосмысление сущности инженерного знания [2], инженерной деятельности [3] и инженерного образования [4] в контексте их эволюции [5].

Предметом исследования является современное инженерное образование, адаптированное к требованиям современного экономического уклада. Целью работы является создание концепции информационного приоритета, из которой логически последуют изменения в отношении технологий инженерного образования. Методологической базой исследования явились: подход с позиций обоснованной теории, проведение сравнительных и кросскультурных исследований, дискурсивный и контент-анализ, сравнительный анализ международного опыта и современного образовательного контекста.

Материалами для исследования послужили статьи в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК (квартиль Q1). Для анализа были выбраны статьи, опубликованные с 2008 по 2023 гг. Поиск проводился по ключевым словам: «инженерное образование», «инженерная деятельность». В выборку вошли 180 статей с целью выявления связи их содержания с препо-

даванием цикла дисциплин «Компьютерные науки» в учебных планах технических вузов для специальностей, не связанных с ИТ. С целью конкретизации предварительных выводов были рассмотрены материалы тематических конференций и учебные планы ведущих российских и белорусских технических институтов и университетов.

Основная часть

Взаимосвязь экономики и инженерного образования

Совокупность проблем, связанных с этими изменениями, требует общего концептуального обоснования. В настоящее время объемы производства материальных благ напрямую зависят от эффективности производства, которая, в свою очередь, определяется качеством трудовых ресурсов. Соответственно, проблематика подготовки специалистов инженерного профиля имеет государственную значимость. На схеме (Рис. 1) показана принципиальная схема отношений экономики и образования. В частности, инженерного образования.

На некотором этапе развития цивилизации существует определенный экономический уклад, характеризующийся уровнем развития технологий и социальных отношений. В рамках функционирования экономики производится некоторая инженерная деятельность, характер которой соответствует особенностям уклада.

¹ Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 011-2009 «Специальности и квалификации». Минск: Министерство образования Республики Беларусь, 2009. 972 с.

² Система образования Республики Беларусь в цифрах / В. В. Соломонова, А. В. Шнитко [и др.]. Минск: Учреждение «Главный информационно-аналитический центр Министерства образования Республики Беларусь», 2022. 62 с.

³ Образование в цифрах: 2022: краткий статистический сборник / Л. М. Гохберг [и др.]. Москва: НИУ ВШЭ, 2022. 132 с.

⁴ Национальный статистический комитет Республики Беларусь : сайт [Электронный ресурс]. URL: <http://belstat.gov.by> (дата обращения: 07.07.2023).

⁵ Альтбах Ф. Дж. Глобальные перспективы высшего образования. Москва: Изд. дом ВШЭ, 2018. 548 с. <https://doi.org/10.17323/978-5-7598-1712-3>





Р и с. 1. Схема отношений экономики и инженерного образования

Fig. 1. Scheme of relations between economics and engineering education

Источник: составлено автором.

Source: Compiled by the author

Специфика соответствующей историческому времени инженерной деятельности однозначно формирует требования к инженерам или специалистам [6]. Отсюда неизбежно следуют требования к инженерному образованию и, далее, необходимость регулярной адаптации образования в соответствии с требованиями экономики.

Если понимать инженерию широко, как деятельность по применению новых знаний для извлечения «пользы» из материальных ресурсов, данная схема пригодна для иллюстрации принципиальных отношений чуть ли не с периода неолитической революции. Здесь важно отметить, что схема взаимоотношений всегда носит направленный характер от экономики к необходимости модернизации инженерного образования, а не наоборот.

Далее рассмотрим составляющие этой схемы, где, в первую очередь, следует охарактеризовать состояние современного экономического уклада.

1. В различных классификациях и систематиках современный экономический уклад может иметь различные номера или считаться переходным состоянием от V к VI. Для наших целей названия и номер этапа несущественны, важно только перечислить его сущностные его признаки.

Современный экономический уклад характеризуется развитием нано- и биотехнологий, инженерией живых тканей и организмов, индивидуализацией производства, снижением энергоёмкости и материалоемкости, но прежде всего — расширенным использованием цифровых технологий [7].

В качестве основных признаков характера современного инженерного труда следует отметить смещение функциональных обязанностей инженера в направлении увеличения доли рабочего времени, связанного с задачами созидания и управления [8, 9]. Это обусловлено, с одной стороны, тем, что развитие технологий освобождает инженера от рутинной работы, с другой стороны, возрастает потребность в созидательной работе и работе по организации производства. Следующая черта современной инженерной деятельности связана с повсеместным применением в производственных процессах цифровых и информационных технологий, что, в свою очередь, накладывает требования на компетенции специалистов, связанные с информационной сферой. Далее следует назвать сокращение периода смены и обновления технологий и инструментария, что вызывает необходимость постоянного освоения новых знаний и умений.

Указанное обстоятельство приводит к увеличению количества информации, вовлеченной в экономические процессы⁶. Это порождает необходимость формирования способностей к манипулированию большими объемами данных.

Развитие и быстрое обновление средств доступа к информации и работы с ней требуют соответствующей подготовки специалиста, и, наконец, все вместе порождает обязательные требования к постоянному обучению и расширению инженерных знаний, т. е. непрерывное профессиональное образование становится обычной составляющей инженерной деятельности.

Совокупность перечисленных признаков влечет за собой радикальное изменение не только содержания инженерной деятельности, но и требований к специалисту. В развитии и переосмыслении нуждается также понятие инженерных знаний и умений.

Изменения характера инженерной деятельности [10] порождают изменения в инженерном образовании, которые не могут ограничиться поступательной модификацией, а требуют принципиальной модернизации.

Экономика и инфосфера

Проведенный анализ современной инженерной деятельности [11] показал, что все большую роль в ней играют процессы, так или иначе связанные с инфосферой. Еще в недавнем прошлом взаимодействие с инфосферой ограничивалось в основном операциями с данными и знаниями. В то время как в современной экономике уже инструменты работы и технологические операции во многом основываются на применении информационных средств. Современный уклад принес новые технологии и новые масштабы взаимодействия [12, 13]. Принципиально изменились методы хранения, индексирования и поиска данных. Одновременно масштабы хранимой информации и масштабы ее оборота возросли на порядки. Оценить масштаб информационных процессов можно, воспользовавшись данными сайта <https://www.internetlivestats.com/>, представляющего в онлайн-режиме текущее состояние Интернета. Уровень развития информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) принято оценивать набором параметров [14]. Глобально, состояние вопроса оценивается с помощью интегрального индекса, который так и называется — индекс развития ИКТ, а в латинской транскрипции, соответственно, *IDI*. Преимущество данного показателя состоит в том, что он дает одно интегральное число, на основе которого можно сформировать шкалу оценки развития стран или регионов в части информационных и цифровых технологий. Всего индекс *IDI* основан на 11 подчиненных показателях, отражающих различные аспекты вовлеченности информационных технологий в социальную экономическую жизнь. Перечислим и характеризуем основные отдельные показатели, соответствующие подчиненным индексам:

- абсолютная величина и динамика изменений уровня развития сферы ИКТ в некоторой стране относительно других стран мира и региона;
- индекс прогресса;

⁶ Graham R. The global state of the art in engineering education. Massachusetts Institute of Technology, 2018. 170 p.



- индекс цифрового неравенства, другими словами, относительное различие уровня развития между регионами;
- индекс цифрового потенциала, оценивающий принципиальные возможности достижения высокого уровня ИКТ.
- В практическом отношении генеральный показатель *IDI* содержит три подчиненных показателя, характеризующих практику использования ИКТ в социуме:
- показатель доступа характеризует уровень принципиальной доступности цифровых технологий;
- показатель использования указывает на фактический уровень применения ИКТ;
- показатель практических навыков описывает уровень реальной подготовленности населения к использованию всего спектра цифровых сервисов.

Соответствующие структуры регулярно публикуют расчеты значения индекса *IDI* для более, чем 160 стран. Как и следовало ожидать, в среднем значение индекса увеличивается во всех странах. При этом его количественное выражение за последние несколько лет выросло с 4,14 до 5,03. Аналогично ведут себя значения минимального и максимального индекса, а также перцентили. Таким образом, в целом наблюдается расширение доступа и возрастание использование информационных технологий в обществе. Одновременно публикуемые данные указывают на высокую вариабельность показателей по странам, которые меняются от минимальных значений 1,2 до максимальных 8,9.

Верхнюю строчку в рейтинге *IDI* занимает Южная Корея. В первую десятку также входят 8 стран Европы — Великобритания, Нидерланды, Дания, Исландия, Норвегия, Швеция, Швейцария, Люксембург. Азию в списке топа рейтинга представляет Гонконг. Несложно заметить, что все страны первой десятки имеют высокий уровень дохода на душу населения и соответствующий высокий уровень развития экономики. Вероятно, здесь следует говорить о взаимном влиянии с положительной обратной связью — высокий уровень развития экономики способствует быстрому развитию ИКТ и наоборот, высокий уровень ИКТ позитивно влияет на развитие экономики⁷ [15-17].

Также можно отметить, что существует некоторая региональная группировка индекса, вследствие которой существует различие показателей *IDI* по регионам. Так, в Европе интегральный показатель *IDI* составил 7,35, в странах СНГ, двух Америк и в арабском регионе индекс *IDI* составляет около 5. Как и следовало ожидать, самый низкий уровень развития *IDI* соответствует Африке — 2,5. Показатели по отдельным субиндексам в целом повторяют поведение глобального индекса.

На современном этапе действие инфосферы далеко не ограничивается операциями с данными [5, 18]. Системы проектирования, управления, мониторинга в инженерной деятельности неразрывно связаны с функциями инфосферы⁸ [19, 20]. Наконец, к имеющемуся списку следует добавить «интернет вещей» (*IoT*), являющийся основой современных технологи-

ческих систем, который также находится во взаимодействии с инфосферой, — технология, позволяющая обеспечивать автоматическую работу и осуществлять управление различного рода системами и устройствами за счет связывания их в сеть и обмена информацией и управляющими командами по специальным протоколам [21]. Технически сеть образуется с помощью стационарных или беспроводных технологий, и адресация в ней обеспечивается за счет назначения объектам и устройствам адресов *IP*, что дает возможность соединения с Интернетом и передачи через него данных [22, 23].

На технологии *IoT* в настоящее время основаны большие системы сбора, обработки и обмена информацией, которые позволяют создавать развитые сервисы в различных отраслях экономики, таких как здравоохранение, образование, логистика, обеспечение безопасности. Опубликованные оценки показали, что не менее половины сферы *IoT* связано с экономикой производства, транспортом, а также глобальными системами городского хозяйства, получившими название «умные города». В ближайшее время ожидается расширенное вхождение *IoT* во все сферы экономики и социальной жизни, что откроет возможности для принципиально новых бизнес-процессов, оперативного взаимодействия, учета и делопроизводства. Функционирование *IoT* основано на сборе, обработке, анализе и обмене данными в огромных масштабах, информационная емкость которых с трудом поддается оценке. При этом количество соединенных в *IoT* устройств на 2023 год оценивается в 100 миллиардов. Данные о суммарной капитализации валовому продукту, связанному с *IoT* не раскрываются, однако примерные оценки (*Forbes, Gartner, McKinsey*) говорят о том, что они исчисляются несколькими триллионами долларов.

Статистические оценки и расчеты основаны на следующем определении цифровой отрасли — «деятельность по созданию, распространению и использованию цифровых технологий и связанных с ними продуктов и услуг»⁹ [24].

Отдельный интерес представляет относительное позиционирование Республики Беларусь в системе рейтингов, оценивающих развитие ИКТ.

Для анализа достигнутых результатов в Республике Беларусь, кроме рассмотренного индекса *IDI*, применяются следующие рейтинги:

- Показатель электронного участия (*E-Participation Index — EPI*) — оценивающий степень вовлеченности членов общества в цифровые процессы.
- Глобальный инновационный показатель (*Global Innovation Index — GI*) показывает вес инновационных технологий в общем объеме.
- Показатель «глобального подключения» (*Global Connectivity Index — GCI, Huawei*) — количественно оценивает долю устройств и персон, подключенных к сети.
- Показатель «цифровой эволюции» (*Digital Evolution Index — DEI*) контролирует общую скорость развития ИКТ.
- Показатель цифровой экономики и общества (*Digital*

⁷ Online Studies : сайт [Электронный ресурс]. URL: <https://www.onlinestudies.com/> (дата обращения: 07.07.2023).

⁸ Кондаков А. Образование в эпоху четвертой промышленной революции [Электронный ресурс] // Вести образования. 20 сент. 2017. № 9(147). URL: https://vogazeta.ru/articles/2017/9/20/analytcs/252-obrazovanie_v_epohu_chetvertoy_promyshlennoy_revolyutsii (дата обращения: 07.07.2023).

⁹ Online Pprogram wins engineering education award [Электронный ресурс] // MIT News. June 30, 2017. URL: <https://news.mit.edu/2017/mit-boeing-online-architecture-and-systems-engineering-program-receives-award-excellence-engineering-education-0630> (дата обращения: 19.06.2024).



economy and society index — DESI) обобщает уровни развития ИКТ в экономике и социуме.

Все показатели характеризуют различные аспекты проблемы и получены с помощью специальных алгоритмов расчета [25].

Коротко их опишем.

1. Показатель электронного участия (*EPI*) показывает уровень цифровизации правительств в части взаимодействия с гражданами и основан на оценке количества онлайн-сервисов, с помощью которых чиновники предоставляют информацию отдельным гражданам¹⁰. По данному показателю в 2022 г. Республика Беларусь была отнесена к группе стран с «очень высоким уровнем индекса *EPI*» который соответствует диапазону 0,7–1.
2. Показатель глобального подключения (*GCI*) характеризует подключение граждан и предприятий к Интернету и его составляющим. Отдельно рассматриваются такие составляющие, как доступ к широкополосному Интернету, развитие облачных сервисов, подключение к интернету вещей и развитие сервисов, связанных с искусственным интеллектом¹¹. Индексация по данному показателю охватывает страны, составляющие более 95 % мировой экономики. На основе полученных индексов и данных об инвестициях в цифровую экономику выделяется три кластера стран — лидеры, последователи и начинающие. В данном рейтинге Республика Беларусь входит в среднюю группу.
3. Глобальный инновационный показатель (*GII*) характеризует положение дел с инновациями и основывается на двух факторах — инвестициях в инновационные технологии и продукции инновационных технологий. Технически расчет данного показателя включает около 80 составляющих и сложные вычисления [10]. Республика Беларусь среди 131 стран, участвующих в рейтинге, улучшила свое положение с 88-го места в 2017 году до 64-го места в 2022 году.
4. Показатель цифровой экономики и общества (*DESI*) оценивает цифровую конкурентоспособность стран на основе анализа состояния услуг связи, навыков граждан, развитости онлайн сервисов и госуслуг. С точки зрения приоритетных направлений для инвестиций рассматриваются следующие составляющие показателя:
 - доступность и цены подключения к быстрому Интернету;
 - основные и продвинутые компетенции граждан в использовании цифровых продуктов;
 - интенсивность использования онлайн-сервисов для получения сведений, общения, платежей и самовыражения;
 - вовлеченность в цифровой бизнес и процессы;
 - развитие государственных услуг.
5. Показатель цифровой эволюции (*Digital Evolution Index, DEI*) включает три компонента:
 - состояние инфраструктурных компонентов;
 - решение институциональных проблем;
 - государственная регуляция в области инноваций.

Таким образом, цифровизацию в РБ можно определить как «современный инновационный этап экономического развития».

Концепция информационного приоритета

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что формирование новых подходов к инженерному образованию в информационном обществе требует формулировки концепции информационного приоритета. Структурно концепция должна включать констатирующую часть, касающуюся инженерной деятельности и результирующую часть, посвященную вопросам инженерного образования. Предлагаем следующую ее формулировку:

В современной инженерной деятельности процессы взаимодействия с объектами и структурами инфосферы являются приоритетными.

Субъекты современной экономики нуждаются в специалистах, владеющих полным набором компетенций, обеспечивающих применение и использование инфосферы.

Образовательные стандарты нового поколения должны обеспечить подготовку специалистов, информационная компетентность которых будет в полной мере соответствовать потребностям экономики.

Цикл дисциплин, связанных с информационными и компьютерными науками, должен соответствовать структуре и объему процессов взаимодействия с инфосферой в современной инженерной деятельности.

Понятийная система образования в вопросах знания, технологии преподавания и контроля должны быть адаптированы к потребностям формирования специалистов, ориентированных на успешную профессиональную деятельность.

Заключение

Инфосфера занимает центральное место в современной экономике, а ее масштабы ежегодно возрастают.

Республика Беларусь и Российская Федерация относятся к группе перспективных стран, в которых происходит поступательное развитие цифровизации и вовлечение цифровых технологий в экономику.

Показано, что процесс изменения практики инженерной деятельности в силу цифровой трансформации экономики требует соответствующего изменения инженерных образовательных программ. Разработана концепция информационного приоритета, связывающая приоритеты развивающейся экономики, ее потребности в специалистах с выводами в отношении системы образования и образовательных стандартов нового поколения. Практические следствия концепции в первую очередь касаются понятийной системы образования, технологии преподавания и контроля, а также объема и состава цикла дисциплин «Компьютерные науки».

¹⁰ Online Programs Accredited by ABET [Электронный ресурс] // ABET, 2021. URL: <https://www.abet.org/accreditation/find-programs/> (дата обращения: 07.07.2023).

¹¹ Graham R. The global state of the art in engineering education. Massachusetts Institute of Technology, 2018. 170 p.



Список использованных источников

- [1] Gérard E., Lebeau Y. Trajectories within international academic mobility: a renewed perspective on the dynamics and hierarchies of the global higher education field // *International Journal of Educational Development*. 2023. Vol. 100. Article number: 102780. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102780>
- [2] Вит де Х. Эволюция мировых концепций, тенденций и вызов в интернационализации высшего образования // *Вопросы образования*. 2019. № 2. С. 8-34. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-8-34>
- [3] Шейнбаум В. С. Инженерная деятельность как объект проектирования: педагогический ракурс // *Казанский педагогический журнал*. 2020. № 6. С. 18-28. <https://doi.org/10.51379/KPJ.2020.22.64.002>
- [4] Чучалин А. И. Инженерное образование в эпоху индустриальной революции и цифровой экономики // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27, № 10. С. 47-62. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62>
- [5] Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И. Анализ отечественного опыта развития инженерного образования // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27, № 1. С. 151-162. EDN: YMVEVE
- [6] Топоркова О. В. О содержании программ высшего технического образования: современные тенденции (обзор) // *Высшее образование в России*. 2020. Т. 29, № 3. С. 153-167. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-3-153-167>
- [7] Jing Y. VR, AR, and Wearable Technologies in Education: An Introduction // *Handbook of Mobile Teaching and Learning*; ed. by Y. Zhang, D. Cristol. Singapore: Springer, 2019. P. 1223-1227. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2766-7_109
- [8] Cheong C. W. L., Guan X., Hu X. Augmented Reality (AR) for Biology Learning: A Quasi-Experiment Study with High School Students // *Social and Emotional Learning and Complex Skills Assessment. Advances in Analytics for Learning and Teaching*; ed. by Y. Wang, S. Joksimović, M.O.Z. San Pedro, J.D. Way, J. Whitmer. Cham: Springer, 2022. P. 167-185. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06333-6_9
- [9] Багдасарьян Н. Г., Петрунева Р. М., Васильева В. Д. От компетентностной модели специалиста-инженера к STEM-образованию, или... Вперёд в прошлое? // *Высшее образование в России*. 2022. Т. 31, № 5. С. 67-83. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-5-67-83>
- [10] *Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach* / E. F. Crawley [et al.]. 2nd ed. Cham: Springer, 2014. 286 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- [11] Лидер А. М., Слесаренко И. В., Соловьев М. А. Приоритетные задачи и опыт инженерно-технической подготовки в университетах России // *Высшее образование в России*. 2020. Т. 29, № 4. С. 73-84. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-73-84>
- [12] Романченко М. К. Развитие технического творчества в системе подготовки специалиста // *Инженерное образование*. 2017. № 22. С. 68-73. EDN: VAQNMB
- [13] Васильева О. Н., Коновалова Н. В. Инженерные классы как инструмент профессиональной навигации // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27, № 12. С. 136-143. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-12-136-143>
- [14] Довузовская инженерная подготовка в международном контексте / М. В. Журавлева [и др.] // *Высшее образование в России*. 2018. Т. 27, № 1. С. 54-60. EDN: YMVERJ
- [15] Сорокин С. В., Сорокина И. В., Солдатенко И. С. Использование виртуальных лабораторий в инженерном образовании // *Инженерное образование*. 2017. № 21. С. 127-132. EDN: ZGFYYZ
- [16] Comber Darren P. M., Brady-Van den Bos M. Too much, too soon? A critical investigation into factors that make Flipped Classrooms effective // *Higher Education Research & Development*. 2018. Vol. 37, № 4. P. 683-697. <http://dx.doi.org/10.1080/07294360.2018.1455642>
- [17] Zainuddin Z., Halili S. H. Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study // *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2016. Vol. 17, № 3. P. 314-340. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2274>
- [18] Барабанова С. В., Кайбияйнен А. А., Крайсман Н. В. Цифровизация инженерного образования в глобальном контексте // *Высшее образование в России*. 2019. Т. 28, № 1. С. 94-103. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-1-94-103>
- [19] Rose A. B., Sika J. O. Determining Influence of Teacher's Workload on Academic Performance in Secondary Schools, Suba Sub-County Kenya // *Advances in Social Sciences Research Journal*. 2019. Vol. 6, no. 3. P. 287-295. <https://doi.org/10.14738/assrj.63.6128>
- [20] Кондратьев В. В., Дреер Р., Кузнецова М. Н. Концепции инженерного образования в современных условиях // *Казанский педагогический журнал*. 2022. Т. 154, № 5. С. 43-48. <https://doi.org/10.51379/KPJ.2022.156.6.005>
- [21] Lacerda F., Lima-Marques M., Resmini A. An Information Architecture Framework for the Internet of Things // *Philosophy & Technology*. 2019. Vol. 32. P. 727-744. <https://doi.org/10.1007/s13347-018-0332-4>
- [22] Алексанков А. М. Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт // *Стратегические приоритеты*. 2017. № 1(13). С. 53-70. EDN: WHRILH
- [23] *Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research* / J. Reis [et al.] // *Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST'18 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*; ed. by Á. Rocha, H. Adeli, L. P. Reis, S. Costanzo. Vol. 745. Cham: Springer, 2018. P. 411-421. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41
- [24] Gleason N. *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*. Singapore: Palgrave Macmillan, 2018. 238 p. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0>



- [25] Триллер В. А. Позиционирование Республики Беларусь в глобальных рейтингах инноваций // Вестник Белорусского государственного экономического университета. 2023. № 3(158). С. 50-57. EDN: TWTFBW

Поступила 07.07.2023; одобрена после рецензирования 04.09.2023; принята к публикации 17.09.2023.

Об авторе:

Серебрякова Наталья Григорьевна, заведующий кафедрой моделирования и проектирования, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (220012, Республика Беларусь, г. Минск, пр. Независимости, д. 99-1), кандидат педагогических наук, доцент, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7688-0225>, bsatu.serebryakova@gmail.com

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

References

- [1] Gérard E., Lebeau Y. Trajectories within international academic mobility: a renewed perspective on the dynamics and hierarchies of the global higher education field. *International Journal of Educational Development*. 2023;100:102780. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102780>
- [2] Wit de H. *Evolyuiciya mirovyh koncepcij, tendencij i vyzov v internacionalizacii vysshego obrazovaniya* [Evolving Concepts, Trends, and Challenges in the Internationalization of Higher Education in the World]. *Voprosy Obrazovaniya = Educational Studies Moscow*. 2019;(2):8-34. (In Russ., abstract in Eng.) <http://doi.org/10.17323/1814-9545-2019-2-8-34>
- [3] Sheinbaum V.S. *Inzhenernaya deyatel'nost' kak ob'ekt proektirovaniya* [Engineering Activity as a Design Object: pedagogical perspective]. *Kazanskii pedagogicheskii zhurnal = Kazan Pedagogical Journal*. 2020;(6):18-28. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.51379/KPJ.2020.22.64.002>
- [4] Chuchalin A.I. *Inzhenernoe obrazovanie v epohu industrial'noj revolyucii i cifrovoj ekonomiki* [Engineering Education in the Epoch of Industrial Revolution and the Digital Economy]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2018;27(10):47-62. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-10-47-62>
- [5] Rudskoy A.I., Borovkov A.I., Romanov P.I. *Analiz otechestvennogo opyta razvitiya inzhenernogo obrazovaniya* [Russian Experience in Engineering Education Development]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2018;27(1):151-162. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: YMVEVE
- [6] Toporkova O.V. *O sodержanii programm vysshego tekhnicheskogo obrazovaniya: sovremennye tendencii (obzor)* [On the Content of Higher Technical Education Curricula Abroad: Current Trends (Review)]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2020;29(3):153-167. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-3-153-167>
- [7] Jing Y. VR, AR, and Wearable Technologies in Education: An Introduction. In: Zhang Y., Cristol D. (eds.) *Handbook of Mobile Teaching and Learning*. Singapore: Springer; 2019. p. 1223-1227. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2766-7_109
- [8] Cheong C.W.L., Guan X., Hu X. Augmented Reality (AR) for Biology Learning: A Quasi-Experiment Study with High School Students. In: Wang Y., Joksimović S., San Pedro M.O.Z., Way J.D., Whitmer J. (eds.) *Social and Emotional Learning and Complex Skills Assessment. Advances in Analytics for Learning and Teaching*. Cham: Springer; 2022. p. 167-185. https://doi.org/10.1007/978-3-031-06333-6_9
- [9] Bagdasaryan N.G., Petruneva R.M., Vasilyeva V.D. From the Competence Model of a Specialist Engineer to STEAM Education, or ... Going Ahead to the Past? *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2022;31(5):67-83. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-5-67-83>
- [10] Crawley E.F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D.R., Edström K. *Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach*. 2nd ed. Cham: Springer; 2014. 286 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
- [11] Lider A.M., Slesarenko I.V., Solovyev M.A. *Prioritetnye zadachi i opyt inzhenerno-tekhnicheskoy podgotovki v universitetah Rossii* [Priority Goals and Organization of Engineering Training at Russian Universities]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2020;29(4):73-84. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-4-73-84>
- [12] Romanchenko M.K. *Razvitie tekhnicheskogo tvorchestva v sisteme podgotovki specialista* [Development of Technical Creativity in the System of Training]. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. 2017;(22):68-73. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: VAQNMB
- [13] Vasilieva O.N., Konovalova N.V. *Inzhenernye klassy kak instrument professional'noj navigacii* [Engineering Classes as a Tool of Professional Navigation]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2018;27(12):136-143. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2018-27-12-136-143>
- [14] Zhuravleva M.V., Ovsienko L.V., Bashkirtseva N.Yu., Ibrasheva L.R., Emelyanova O.P. *Dovuzovskaya inzhenernaya podgotovka v mezhdunarodnom kontekste* [Pre-University Engineering Training in International Multi-Partner Educational Environment]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2018;27(1):54-60. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: YMVERJ
- [15] Sorokin S.V., Sorokina I.V., Soldatenko I.S. *Ispol'zovanie virtual'nyh laboratorij v inzhenernom obrazovanii* [Using of Virtual Laboratories in Engineering Education]. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. 2017;(21):127-132. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: ZGFYYZ
- [16] Comber Darren P.M., Brady-Van den Bos M. Too Much, Too Soon? A Critical Investigation into Factors That Make Flipped Classrooms Effective. *Higher Education Research & Development*. 2018;37(4):683-697. <http://dx.doi.org/10.1080/07294360.2018.1455642>



- [17] Zainuddin Z., Halili S. H. Flipped Classroom Research and Trends from Different Fields of Study. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*. 2016;17(3):314-340. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v17i3.2274>
- [18] Barabanova S.V., Kaybiyaynen A.A., Kraysman N.V. *Cifrovizaciya inzhenerenogo obrazovaniya v global'nom kontekste* [Digitalization of Education in the Global Context]. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2019;28(1):94-103. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-1-94-103>
- [19] Rose A.B., Sika J. O. Determining Influence of Teacher's Workload on Academic Performance in Secondary Schools, Suba Sub-County Kenya. *Advances in Social Sciences Research Journal*. 2019;6(3):287-295. <https://doi.org/10.14738/assrj.63.6128>
- [20] Kondratiev V.V., Dreer R., Kuznetsova M.N. *Koncepcii inzhenerenogo obrazovaniya v sovremennyh usloviyah* [Conceptions of Engineering Education in Modern Conditions]. *Kazanskij pedagogicheskij zhurnal = Kazan Pedagogical Journal*. 2022;154(5):43-48. (In Russ., abstract in Eng.) <https://doi.org/10.51379/KPJ.2022.156.6.005>
- [21] Lacerda F., Lima-Marques M., Resmini A. An Information Architecture Framework for the Internet of Things. *Philosophy & Technology*. 2019;32:727-744. <https://doi.org/10.1007/s13347-018-0332-4>
- [22] Aleksakov A.M. *Chetvertaya promyshlennaya revolyuciya i modernizaciya obrazovaniya: mezhdunarodnyj opyt* [The Fourth Industrial Revolution and the Modernization of Education: International Experience]. *Strategicheskie priority = Strategic Priorities*. 2017;(1):53-70. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: WHRILH
- [23] Reis J., Amorim M., Melao N., Matos P. Digital Transformation: A Literature Review and Guidelines for Future Research. In: Rocha Á., Adeli H., Reis L.P., Costanzo S. (eds.) *Trends and Advances in Information Systems and Technologies. WorldCIST'18 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing*. Vol. 745. Cham: Springer; 2018. p. 411-421. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77703-0_41
- [24] Gleason N. *Higher Education in the Era of the Fourth Industrial Revolution*. Singapore: Palgrave Macmillan; 2018. 238 p. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-0194-0>
- [25] Tryler V. Positioning of the Republic of Belarus in Global Innovation Rankings. *Vestnik Belorusskogo Gosudarstvennogo Ekonomicheskogo Universiteta = Belarusian State Economic University Bulletin*. 2023;(3):50-57. (In Russ., abstract in Eng.) EDN: TWTFBW

Submitted 07.07.2023; approved after reviewing 04.09.2023; accepted for publication 17.09.2023.

About the author:

Natalia G., Serebryakova, Head of the Department of Modeling and Design, Educational institution "Belarussian State Agrarian Technical University" (99-1 Independence Ave., Minsk 220012, Republic of Belarus), Cand. Sci. (Ped.), Associate Professor, **ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7688-0225>**, bsatu.serebryakova@gmail.com

The author has read and approved the final manuscript.

