

Научная статья

УДК 377.031.4

DOI: 10.20323/1813-145X-2022-2-125-51-57

EDN: AYXJUP

Татьяна Юрьевна Кротенко

Кандидат философских наук, доцент кафедры теории и организации управления ФГБОУ ВО «Государственный университет управления». 109542, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99
krotenkotatiana@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7029-0822>

Трансформация традиционных институтов и сред обучения: STEM-образование и современный образовательный ландшафт

Аннотация. Неизбежные изменения в образовательной сфере сегодня во многом связаны с тем, что все время появляются новые ресурсы, питающие идею непрерывности профессионального инженерного и технологического образования. Сегодня идеологи образовательной сферы все больше говорят о дуальности обучения инженеров новой формации, о совмещении их теоретической подготовки с выращиванием способности к практическому решению задач производства. Трансдисциплинарность задает важнейший вектор развития технологического образования.

В статье обсуждается вопрос о том, как эти источники связаны между собой и насколько они зависимы друг от друга. Обстоятельства последних десятилетий кардинальным образом влияют на ситуацию в образовании. Интеграция, транснационализация, информационная открытость, коммерциализация и цифровизация всех сторон жизни не минули сферу воспитания, развития, обучения инженера. События последнего года, связанные с пандемией, вызвали активное развитие онлайн-обучения. Но, несмотря на гигантские изменения, техническое образование было и остается проблемной сферой.

Цель данной работы — выявить проблемы и показать возможности STEM-подхода. В авторском исследовании использованы такие методы, как анализ теоретических представлений об инженерной экономике, технологическом образовании, трансдисциплинарности и непрерывности обучения инженера будущего; анализ педагогического и исследовательского опыта в сфере технологического образования; локальный экспертный опрос, проведенный в ноябре 2021 г. в онлайн-формате — для выявления проблем и возможностей популярного сегодня STEM-образования; контент-анализ ответов на открытые вопросы, предлагаемые респондентам, работающим в технологии STEM. Результаты показали, что техническое образовательное пространство требует рефлексии и особой ответственности. Авторы считают, что стратегии, ценности, смыслы и модели поведения субъектов инженерного образования ожидают нового понимания и анализа.

Ключевые слова: непрерывное инженерное образование; STEM-образование; образовательное пространство; инновационное инженерное проектирование; трансдисциплинарность; среда обучения; образовательный ландшафт

Для цитирования: Кротенко Т. Ю. Трансформация традиционных институтов и сред обучения: STEM-образование и современный образовательный ландшафт // Ярославский педагогический вестник. 2022. № 2 (125). С. 51-57. <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2022-2-125-51-57>. <https://elibrary.ru/ayxjup>.

Original article

Tatiana Yu. Krotenko

Doctor of philosophical sciences, associate professor, department of theory and organization of management, FSBEI HE «State university of management». 109542, Moscow, Ryazansky avenue, 99
krotenkotatiana@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7029-0822>

Transforming traditional institutions and learning environments: STEM education and modern educational landscape

Abstract. The inevitable changes in the educational sphere today are largely due to the fact that new resources are constantly appearing that feed the idea of continuity of professional engineering and technological education. Today, the ideologists of the educational sphere are talking more and more about the duality of training engineers of a new formation, about combining their theoretical training with the cultivation of the ability to solve production problems practically. Transdisciplinarity sets the most important vector for the development of technological education. The

article discusses the question of how these sources are interconnected and how dependent they are on each other. The circumstances of the last decades have drastically affected the situation in education. Integration, transnationalization, information openness, commercialization and digitalization of all aspects of life have not bypassed the sphere of education, development, and training of an engineer. The events of the past year related to the pandemic have caused the active development of online learning. But, despite the gigantic changes, technical education has been and remains a problematic area. The purpose of this work is to identify problems and show the possibilities of the STEM approach. The research author uses such methods as: analysis of theoretical ideas about engineering economics, technological education, transdisciplinarity and continuity of education for the future engineer; analysis of pedagogical and research experience in the field of technological education; a local expert survey conducted in November 2021 in an online format — to identify the problems and opportunities of today's popular STEM education; content analysis of answers to open-ended questions offered to respondents working in STEM technology. The results showed that the technical educational space requires reflection of a special responsibility. The authors believe that the strategies, values, meanings and patterns of behavior of the engineering education subjects are waiting for a new understanding and analysis.

Keywords: continuous engineering education; STEM education; educational space; innovative engineering design; transdisciplinarity; learning environment; educational landscape

For citation: Krotenko T. Yu. Transforming traditional institutions and learning environments: STEM education and modern educational landscape. *Yaroslavl pedagogical bulletin*. 2022;(2): 51-57. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.20323/1813-145X-2022-2-125-51-57>. <https://elibrary.ru/ayxjup>.

Введение

«Серебряная пуля» является ярким символом универсального способа решения сверхсложных задач и проблем. Лавинообразно появляющиеся технологии, для развития, внедрения и обеспечения экономической устойчивости которых требуется качественное инженерное образование, остро нуждаются в суперспособе, подобном «серебряной пуле». Сегодня идеологи образовательной сферы все больше говорят о дуальности обучения инженеров новой формации, о совмещении их теоретической подготовки с формированием способности к практическому решению задач производства. Трансдисциплинарность задает важнейший вектор развития технологического образования [Розин, 2020]. Границы, которые раньше прочно отделяли одну область знания от другой, сегодня становятся почти незримыми. Дисциплинарные пределы все менее жестки и герметичны, их пластичность возрастает. Следствиями распространения принципа трансдисциплинарности являются новейшие направления научного исследования (они все чаще возникают на пересечении различных предметных областей), работа и реальные достижения гибридных экспериментальных команд, мощные и яркие конструкторские решения. При этом базой для инновационного инженерного проектирования становятся трансдисциплинарные концепции [Savage, 2019; Данилаев, 2021].

Практической реализацией трансдисциплинарного подхода является STEM-образование. S — science (наука), T — technology (технология), E — engineering (инженерия), M — mathematics (математика) — так расшифровывается эта популярная сегодня аббревиатура. Стремительное распространение STEM-подхода объясняется, во-

первых, желанием противопоставить обособленности учебных дисциплин интегрированность научного и практического знания; во-вторых, желанием противопоставить росту фактов и «осколочных» сведений внутри каждой предметной области живую логику трансдисциплинарного знания. Не секрет, что сегодняшнее образование в школе и вузе методично устремлено к тестовому способу проверки знаний. Об умениях и навыках при таком подходе вспоминают редко, а именно они обеспечивают применение знаний в мультидисциплинарной практике, делают ближе и понятнее для молодых людей инженерно-технологические профессии, повышают их осведомленность и предоставляют возможность сделать карьеру в инженерно-технической сфере [Байбородова, 2021; Блинов, 2020; Меренков, 2021; Романова, 2020;]. Чтобы обслуживать «объемную» практику, само знание должно быть «объемным», а не просто наполненным многочисленными фактами и сведениями из различных предметных сфер.

Методы исследования

В качестве методологической основы для анализа теоретических и практических аспектов инженерного образования и предлагаемых выводов мы использовали научный контент официальных сайтов образовательных российских и зарубежных учреждений средней и высшей школы. Мы ориентировались на присутствие в содержании их образовательной деятельности терминов «инженерная экономика», «инженерное образование», «трансдисциплинарность», «STEM-подход в образовании», «инновационное инженерное проектирование». Огромный интерес вызвали мнения экспертов (учителей, преподавателей

средних специальных и высших учебных заведений), ежедневно сталкивающихся в образовательной деятельности с проблемами и возможностями STEM-подхода. В авторском исследовании мы использовали такие методы, как а) анализ теоретических представлений об инженерной экономике, технологическом образовании, трансдисциплинарности и непрерывности обучения инженера будущего; б) анализ педагогического и исследовательского опыта в сфере технологического образования; в) локальный экспертный опрос, проведенный в апреле 2020 г. в онлайн-формате, — в период карантина острые проблемы популярного сегодня STEM-подхода в инженерном образовании проявились особенно рельефно; г) контент-анализ ответов на открытые вопросы, предлагаемые респондентам. Пятьдесят три участника опроса ответили на ряд следующих вопросов:

1. В чем суть технологии STEM?
2. Почему STEM-образование так актуально и перспективно?
3. Каковы преимущества STEM-подхода к обучению?
4. Как STEM-образование изменяет современный образовательный ландшафт?
5. Как образовательный ландшафт влияет на формирование картины мира инженера будущего?

Результаты исследования

Подавляющее большинство участников нашего опроса (89 % респондентов) практически сошлись во мнении, что основа технологии STEM — инженерный подход к любому изобретению. Для получения, например, прототипа, обязательным условием является грамотное проектирование. Это значит, что недостаточно просто придумать, мысленно увидеть объект, — еще не существующий объект надо описать на инженерном языке [Beiranvand, 2017]. Надо, во-первых, поставить задачу таким образом, чтобы полученный результат соответствовал цели. Во-вторых, тщательно исследовать возможности реализации, что требует комплексных знаний из разных дисциплин. Так, у школьника формируется и постоянно обогащается естественно-научная картина мира. То есть суть технологии STEM — в неизбежном «погружении» учащихся, с одной стороны, в теоретические основы дисциплины, а с другой — в понимание его применения на практике, в ситуации «здесь и сейчас».

Во многих регионах России, как отметили 67 % экспертов, набирают силу образовательные программы с использованием технологии STEM.

Технологические компании на базе высших учебных заведений и технопарков создают STEM-центры, где учащиеся не только приобретают новые знания и умения, но и участвуют в научно-практической работе, в конкретных инженерных исследованиях и проектах [Hansen, 2016]. Олимпиады, робофесты, турниры — это и центры для демонстрации и развития практических инженерных навыков, и состязательные площадки, которые служат «социальным лифтом» к престижным техническим высшим учебным заведениям [Лукша, 2021].

STEM-образование в итоге позволяет совершенно иначе взглянуть на укоренившуюся систему обучения и претендует на роль той самой «серебряной пули» в образовании, которая требуется для устойчивого развития экономики страны [Haseeb, 2019].

Инженерное проектирование с использованием STEM-технологии — популярный сегодня тренд [Henriques, 2020]. На него делается огромная ставка, поскольку таким образом не только укрепляется естественно-научный компонент, но и происходит активное внедрение инновационных технологий в изучение других дисциплин, в том числе гуманитарных и художественных. Это отметили 73 % отвечавших на вопросы анкеты. Развивается так необходимая креативность мышления учащихся. При этом очень важна реализация STEM-проекта на практике, — в полезном для бытовой жизни инженерном изобретении синтезируются наука и искусство [Kulakov, 2015]. Актуальность, полезную значимость подхода отмечают более трех четвертей (78 %) респондентов.

Отличия STEM-образования от традиционной школы существенны: дело в том, что форма подачи учебного материала в обычной школе сосредоточена вокруг учителя, в техниках же STEM главное — это решение задачи не в теоретическом плане, а на практике, методом проб и ошибок.

Как отмечают большинство ответивших на третий вопрос нашей анкеты (84 % респондентов), у STEM-обучения колоссальные преимущества: оно совмещает в себе проектный и мультидисциплинарный способы обучения, то есть мы имеем дело с искомой интегрированной формой; оно дает возможность применять полученные знания в реальной деятельности при создании конкретного, востребованного в жизни продукта; позволяет развивать критическое и, что крайне важно, самостоятельное мышление, которое трудно формируется при использовании теоретического подхода; школьники обретают уверен-

ность в своих силах, их самооценка повышается, поскольку идея воплощается в жизнь; работая в команде, они учатся в дискуссии обосновывать свою позицию, совместно доходить до конкретных решений; появляется интерес к инженерным специальностям, поскольку техническое решение осуществляется с использованием достижений науки и суперсовременных технологий, самостоятельно (или в команде) и практически «под ключ»; поддерживается идея дуальности инженерного образования, когда от обучения к развитию карьеры — прямой путь; создается платформа для бурного технологического подъема, что очень важно для устойчивого развития экономики страны.

Дискуссия

Огромный интерес представляет термин «образовательный ландшафт», несколько образный, даже метафоричный для научной педагогической литературы, тем не менее сегодня встречающийся довольно часто даже в строгом научном дискурсе и употребляющийся в обязательной связке с непрерывным инженерным образованием. В ходе перманентного обучения человек неизбежно взаимодействует с окружающим миром, он растет физически, меняется интеллектуально, эмоционально, духовно, развивается онто- и филогенетически. Образовательный ландшафт являет собой многомерный, интерактивный, мультисенсорный, комплексный и чрезвычайно динамический конструкт, на фоне которого разворачивается информальное, неформальное и формальное образование. В нем есть эстетическое и экологическое измерение. Образовательный ландшафт включает факторы и условия как способствующие росту и развитию, так и препятствующие им. Как социальная, так биологическая жизнь существуют благодаря трансляции знаний, причем эта передача происходит не только в специально предназначенных для этого учреждениях, а в первую очередь, посредством общения старших с младшими. Новое поколение учится через живое общение со взрослыми думать, действовать, чувствовать, преодолевать и т. д. Образование — это жизненная необходимость для конкретного человека и общества в целом, во имя продолжения существования индивида и социума. Занимаясь образованием, человечество сохраняет себя. И здесь имеет огромное значение сам процесс жизни сообща, а не только формальное образование в школе [Ардабацкая, 2021].

Роль социальной среды в передаче опыта поколений невозможно преувеличить. Социальная среда формирует интеллектуальные структуры и

эмоциональные установки поведения, это происходит в совместной деятельности. Жизненный ландшафт, соответственно, осуществляет свое образовательное и воспитательное влияние, и происходит это часто вне зависимости от четко поставленных целей, а порой и вопреки им, практически бессознательно [Брянская, 2021; Сундукова, 2017].

Подсознательное влияние ландшафта настолько велико, что проявляется в складе мышления, чертах характера, формах речи, лексическом строе. Что касается речи и лексики, то исследователями давно установлено: в остром волнении, панических состояниях усвоенные в школе строгие речевые обороты могут выпадать из сознания, и человек от безысходности возвращается к языку, усвоенному в детстве при общении с близкими значимыми взрослыми.

«Правильные манеры» появляются в общении благодаря многократному воспроизводству привычных реакций в ответ на привычные стимулы. И вряд ли постоянные наставления о пользе манер или знания о том, как вести себя правильно, формируют стиль поведения. Главными факторами являются все-таки атмосфера, в которой формируется ребенок, будущий «технар», и окружение.

Формирование хорошего вкуса и эстетического восприятия мира, следуя этой же логике, происходит благодаря тому, что человека с детства окружают изящные объекты, пропорциональные по форме, решенные в гармоничном цветовом сочетании. Пошлый, аляповатый, перенасыщенный или, напротив, скудный ландшафты портят и обедняют вкус, лишают человека чувства прекрасного.

В сегодняшних европейских программах, касающихся подготовки кадров и образования, в последние годы содержится повторяемый многократно призыв руководства учебных заведений адаптироваться к постоянно меняющемуся ландшафту разнообразных форм образования [Lokuge, 2019]. Прогнозируется существенная трансформация традиционных образовательных институтов и сред, смена игроков на образовательных площадках. Подчеркивается необходимость помощи учащимся в навигации среди неисчерпаемых образовательных ресурсов [Konstantinov, 2019].

Упоминание образовательного ландшафта сегодня встречается часто и в публичных выступлениях, интервью ведущим изданиям и в подборке документов Департамента образования Великобритании, традиционно не торопящегося следовать свежим веяниям, что также свидетель-

ствует о новых тенденциях и необратимости развития инженерного образовательного пространства.

В Германии и Швейцарии, говорящей на немецком, понятие «lernlandschaft» включено в концепт «среда обучения». Тем самым выделяется пространство вне кабинетов и учебных классов. Это, как правило, помещение большой площади, в котором каждый ученик в соответствии с индивидуальными вкусами и интересами устраивает свое рабочее место. Предметы интерьера, школьный инвентарь (парты, стеллажи, школьная доска и др.) в таком ландшафте подвижны, их несложно перемещать. При таком «свободном» антураже, считают методисты, в дисциплину учебного плана, предметную тему, модуль входить значительно легче, чем в условиях кабинета, декорированного традиционно.

В немецком языке есть и синоним понятия «lernlandschaft» — словосочетание «bildungslandschaft». В этом случае речь идет о создании пространства разнообразных и равных образовательных возможностей, территории, отвечающей самым изысканным вкусам учащихся. Безусловно, обустройство такой территории предполагает развитие образовательной структуры с целью упрощения «перемещения» из одной формы образования в другую. К примеру, проект по обустройству образовательного ландшафта может иметь результатом сеть школ, сотрудничающую с вузами, с дополнительной инфраструктурой в виде культурных, спортивных и других образовательных организаций [Rep, 2018]. Конечно, создание таких конгломератов в разы увеличивает образовательные и карьерные возможности молодых людей. А если подобные комплексы располагают еще и центрами информирования, профориентации, разного типа консультирования, действенной помощи, если на этой территории происходит формирование сознательной потребности в гармоничном развитии, то можно утверждать, что реализуется мотивационный подход к обучению, и этот ландшафт устремлен в будущее.

Система управления, ориентированная на развитие эффективности образовательных ландшафтов, использует методы и инструменты оценки и улучшения качества, чтобы направить образовательные предложения региона на то, о чем, собственно, идет речь, когда говорят об образовании: на развитие знаний и компетенций людей в регионе. Для участников системы образования создается дискуссионная площадка, позволяющая с помощью взаимного оценивания на месте

разработать перспективные стратегии и необходимые мероприятия.

Изучая международные территориальные инициативы в области образования, порой сталкиваешься с неповторимыми лексическими образами. Взять, к примеру, «квадратный километр образования». Это ряд немецких образовательных программ и серия социально значимых мероприятий для детей и подростков, которые осуществляются под лозунгом: «Ни один ребенок не должен быть потерян для общества». Как тут не вспомнить Антона Семеновича Макаренко, который писал, что воспитательный процесс совершается не только в классе, а буквально на каждом квадратном метре нашей земли? Проектируемое образовательное пространство не совпадает и не должно совпадать в точности с территорией учебного заведения, но является неременной частью пространства социокультурной жизни страны. При этом основу образовательного пространства общности детей и взрослых составляет созидательный, духовный, нравственный труд. Или это еще одно измерение?

Во многих прогрессивных странах наблюдается общая социальная установка к расширению территории обучения населения, трансформации образовательного пространства, среды обучения, образовательного ландшафта [Shpak, 2019]. Речь идет о развитии личности путем выхода за рамки формального образования и конкретного официального учреждения. Не случайно появляются мечты о школе без стен, школе-парке, обучении в сети. Создаются обучающие сообщества, преобразующие образовательный ландшафт. На этом фоне в мире формируются новые концептуальные представления о реальной и возможной территории непрерывного инженерного образования. Причем в этом процессе, во многом обусловленном национальной спецификой и образовательными традициями каждой из стран, заметны общие тенденции.

Заключение

Проникновение в культуры разных стран идей глобализации, демократизации, либерализации и научно-технического прогресса сближает социальные требования к образовательному пространству, среде обучения, ландшафту.

Образовательный ландшафт осуществляет свое обучающее и воспитательное влияние, формирует картину мира инженера будущего, и происходит это часто вне зависимости от четко поставленных целей, а порой и вопреки им. Подсознательное влияние ландшафта настолько велико,

что оно проявляется в складе мышления, чертах характера, формах речи, лексическом строе.

Список пространственных характеристик инженерного образования все время растет и изменяется. Концептуальные представления о пространстве также постоянно развиваются и преобразуются. Мы являемся свидетелями и активными участниками последовательного углубления понимания любой территории, где разворачиваются образовательные процессы: от конкретного, ограниченного физическими рамками места, в котором учат и учатся, до глобального открытого информационно-образовательного пространства современного мира [Sellitto, 2019].

У STEM-обучения колоссальные преимущества: оно совмещает в себе проектный и мультидисциплинарный способы обучения, то есть мы имеем дело с искомой интегрированной формой; оно дает возможность применять полученные знания в реальной деятельности при создании конкретного, востребованного в жизни продукта; развивается критическое и, что крайне важно, самостоятельное мышление, которое трудно сформировать при теоретическом подходе; появляется уверенность в своих силах, укрепляется здоровая самооценка, поскольку идея воплощается в жизнь; работая в команде, школьники учатся в дискуссии обосновывать свою позицию, совместно доходить до конкретных решений; повышается интерес к инженерным специальностям, поскольку техническое решение осуществляется с использованием достижений науки и суперсовременных технологий, самостоятельно (или в команде) и практически «под ключ»; поддерживается идея дуальности инженерного образования, когда от обучения к карьере — прямой путь; создается платформа для бурного технологического подъема, что очень важно для устойчивого развития экономики страны.

Библиографический список

1. Ардабацкая И. А. Социализация обучающихся школы средствами интеграции формального и неформального образования // Ярославский педагогический вестник. 2021. 4 (121). С. 8-18.
2. Байбородова Л. В. Модели допрофессиональной педагогической подготовки обучающихся / Л. В. Байбородова, В. В. Белкина // Ярославский педагогический вестник. 2021. 6 (123). С. 69-80.
3. Блинов В. И. Веер возможностей: профессиональное образование 2020-2035 / В. И. Блинов, И. С. Сергеев // Образовательная политика. 2020. № 1 (81). С. 76-87.
4. Брянская О. Л. Модели обучения, применяемые в современной мировой практике высших учебных заведений // Педагогические науки. 2021. № 5 (111). С. 13-17.
5. Данилаев Д. П. Кадровое обеспечение системы технологического образования молодежи: проблемы и пути решения / Д. П. Данилаев, Н. Н. Маливанов // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 1. С. 60-72.
6. Лукша П. О. «Нам нужен следующий переход — к человеку экосистемному». Разговор об образовании будущего / П. О. Лукша, М. Э. Кушнир, Л. Чекалова // Образовательная политика. 2021. № 2 (86). С. 16-24.
7. Меренков А. В. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрий 4.0 / А. В. Меренков, О. Я. Мельникова // Инженерное образование. 2021. № 29. С. 23-33.
8. Розин В. М. Рефлексия оснований междисциплинарного изучения социальности // Вопросы философии. 2020. № 1. С. 64-73.
9. Романова И. Н. Непрерывное образование при подготовке инженерных кадров // Инженерное образование. 2020. № 28. С. 7-10.
10. Сундукова Г. М. Инновационный подход к управлению интеллектуальным капиталом вуза // Управление. 2017. Т. 5. № 1. С. 80-87.
11. Beiranvand V. Best practices for comparing optimization algorithms / V. Beiranvand, Y. Lucet, W. Hare // Optimization and Engineering. 2017. Vol. 18. № 4. P. 815-848.
12. Hansen D. Conceptualizing dynamic capabilities in lean production: what are they and how do they develop? / D. Hansen, N. Møller // Engineering Management Journal. 2016. Vol. 28. № 4. P. 194-208.
13. Haseeb M. Industry 4.0: A Solution towards Technology Challenges of Sustainable Business Performance / M. Haseeb, H. I. Hussain, B. Ślusarczyk, K. Jermisittiparsert // Social Sciences. 2019. Vol. 8. № 5. P. 54.
14. Henriques D. IT Governance Enablers / D. Henriques, R. Pereira, R. Almeida, M. Mira da Silva // Foresight and STI Governance. 2020. Vol. 14. № 1. P. 48-59.
15. Konstantinov V. Development of economic tools for managing regional innovation clusters / V. Konstantinov, T. Sakulyeva, V. Makeeva // Journal of Entrepreneurship Education. 2019. Vol. 22. № 1.
16. Kulakov N. Y. Evaluation of Nonconventional Projects: GIRR and GERR vs. MIRR / N. Y. Kulakov, A. Blaset Castro // Engineering Economist. 2015. Vol. 60. № 3. P. 183-196.
17. Lokuge S. Organizational readiness for digital innovation: development and empirical calibration of a construct / S. Lokuge, D. Sedera, V. Grover, X. Dongming // Information & Management. 2019. Vol. 56. № 3. P. 445-461.
18. Ren X. Stochastic design optimization accounting for structural and distributional design variables / X. Ren, S. Rahman // Engineering Computations. 2018. Vol. 35. № 8. P. 2654-2695.
19. Savage G. Holacratic Engineering Management and Innovation / G. Savage, A. Franz, J. S. Wasek // Engineering Management Journal. 2019. Vol. 31. № 1. P. 8-21.

20. Sellitto M. A. Influence of Green Practices on Organizational Competitiveness: A Study of the Electrical and Electronics Industry / M. A. Sellitto, F. F. Hermann // Engineering Management Journal. 2019. Vol. 31. № 2. P. 98-112.

21. Shpak N. Simulation of innovative systems under industry 4.0 conditions / N. Shpak, M. Odrekivskyi, K. Doroshkevych, W. Sroka // Social Sciences. 2019. Vol. 8. № 7. P. 202.

Reference list

1. Ardabackaja I. A. Socializacija obuchajushhihsja shkoly sredstvami integracii formal'nogo i neformal'nogo obrazovaniya = Socialization of school students by means of integration of formal and informal education // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2021. 4 (121). S. 8-18.

2. Bajborodova L. V. Modeli doprofessional'noj pedagogicheskoy podgotovki obuchajushhihsja = Models of pre-professional pedagogical training of students / L. V. Bajborodova, V. V. Belkina // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2021. 6 (123). S. 69-80.

3. Blinov V. I. Veer vozmozhnostej: professional'noe obrazovanie 2020-2035 = Fan of opportunity: vocational education 2020-2035 / V. I. Blinov, I. S. Sergeev // Obrazovatel'naja politika. 2020. № 1 (81). S. 76-87.

4. Brjanskaja O. L. Modeli obuchenija, primenjaemye v sovremennoj mirovoj praktike vysshih uchebnyh zavedenij = Training models used in modern world practice of higher educational institutions // Pedagogicheskie nauki. 2021. № 5 (111). S. 13-17.

5. Danilaev D. P. Kadrovoe obespechenie sistemy tehnologicheskogo obrazovaniya molodezhi: problemy i puti reshenija = Personnel support of the system of technological education of young people: problems and solutions / D. P. Danilaev, N. N. Malivanov // Vyshee obrazovanie v Rossii. 2021. T. 30. № 1. S. 60-72.

6. Luksha P. O. «Nam nuzhen sledujushhij perehod — k cheloveku jekosistemnomu». Razgovor ob obrazovanii budushhego = «We need the next transition — to an ecosystem person». Talking about the education of the future / P. O. Luksha, M. Je. Kushnir, L. Chekalova // Obrazovatel'naja politika. 2021. 2 (86). S. 16-24.

7. Merenkov A. V. Praktiki organizacii podgotovki inzhenernyh kadrov, vostrebovannyh industrij = Practices of organization of training of engineering personnel, demanded industries 4.04.0 / A. V. Merenkov, O. Ja. Mel'nikova // Inzhenernoe obrazovanie. 2021. № 29. S. 23-33.

8. Rozin V. M. Refleksija osnovanij mezhdisciplinarnogo izuchenija social'nosti = Reflection of the foundations of interdisciplinary study of sociality // Voprosy filosofii. 2020. № 1. S. 64-73.

9. Romanova I. N. Nepreryvnoe obrazovanie pri podgotovke inzhenernyh kadrov = Continuing education in

the training of engineering personnel // Inzhenernoe obrazovanie. 2020. № 28. S. 7-10.

10. Sundukova G. M. Innovacionnyj podhod k upravleniju intellektual'nym kapitalom vuza = Innovative approach to managing the intellectual capital of the university // Upravlenie. 2017. T. 5. № 1. S. 80-87.

11. Beiranvand V. Best practices for comparing optimization algorithms / V. Beiranvand, Y. Lucet, W. Hare // Optimization and Engineering. 2017. Vol. 18. № 4. P. 815-848.

12. Hansen D. Conceptualizing dynamic capabilities in lean production: what are they and how do they develop? / D. Hansen, N. Møller // Engineering Management Journal. 2016. Vol. 28. № 4. P. 194-208.

13. Haseeb M. Industry 4.0: A Solution towards Technology Challenges of Sustainable Business Performance / M. Haseeb, H. I. Hussain, B. Ślusarczyk, K. Jermittiparsert // Social Sciences. 2019. Vol. 8. № 5. P. 54.

14. Henriques D. IT Governance Enablers / D. Henriques, R. Pereira, R. Almeida, M. Mira da Silva // Foresight and STI Governance. 2020. Vol. 14. № 1. P. 48-59.

15. Konstantinov V. Development of economic tools for managing regional innovation clusters / V. Konstantinov, T. Sakulyeva, V. Makeeva // Journal of Entrepreneurship Education. 2019. Vol. 22. № 1.

16. Kulakov N. Y. Evaluation of Nonconventional Projects: GIRR and GERR vs. MIRR / N. Y. Kulakov, A. Blaset Kastro // Engineering Economist. 2015. Vol. 60. № 3. P. 183-196.

17. Lokuge S. Organizational readiness for digital innovation: development and empirical calibration of a construct / S. Lokuge, D. Sedera, V. Grover, X. Dongming // Information & Management. 2019. Vol. 56. № 3. P. 445-461.

18. Ren X. Stochastic design optimization accounting for structural and distributional design variables / X. Ren, S. Rahman // Engineering Computations. 2018. Vol. 35. № 8. P. 2654-2695.

19. Savage G. Holacratic Engineering Management and Innovation / G. Savage, A. Franz, J. S. Wasek // Engineering Management Journal. 2019. Vol. 31. № 1. P. 8-21.

20. Sellitto M. A. Influence of Green Practices on Organizational Competitiveness: A Study of the Electrical and Electronics Industry / M. A. Sellitto, F. F. Hermann // Engineering Management Journal. 2019. Vol. 31. № 2. P. 98-112.

21. Shpak N. Simulation of innovative systems under industry 4.0 conditions / N. Shpak, M. Odrekivskyi, K. Doroshkevych, W. Sroka // Social Sciences. 2019. Vol. 8. № 7. P. 202.

Статья поступила в редакцию 21.02.2022; одобрена после рецензирования 22.03.2022; принята к публикации 25.03.2022.

The article was submitted on 21.02.2022; approved after reviewing 22.03.2022; accepted for publication on 25.03.2022.