

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

УДК 377.112.4+372.862+371.13

DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-55-82

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ И ИНЖЕНЕРНАЯ ПЕДАГОГИКА

Д. П. Данилаев¹, Н. Н. Маливанов²

*Казанский национальный исследовательский технический университет
им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия.
E-mail: ¹d.danilaev@mail.ru, ²сно@kai.ru*

Аннотация. Введение. Технологическое образование, являющееся частью школьной программы, трактуется как фактор и инструмент социализации обучающихся и как «процесс и результат активного (деятельного) усвоения школьниками общей и профессиональной технологической культуры, общих и специальных способов технологического преобразования действительности, развития технологической компетентности и творческих способностей личности»¹. Однако за последнее десятилетие цели этого вида просвещения претерпели некоторые изменения: в высокотехнологичном конкурентном мире приоритет отдается «всеобщей цифровой грамотности», что не могло не отразиться на содержании работы педагогов.

Особенность деятельности учителя в рассматриваемой предметной области заключается в интеграции педагогической, психологической и технико-технологической составляющих. В настоящее время наметился дефицит квалифицированных учителей технологии, поскольку система педагогического образования не предполагает фундаментальной технической подготовки, а обучение технических специалистов – формирования психолого-педагогических компетенций. Подходы к решению проблемы могут быть заимствованы из теории и практического приложения профессиональной педагогики – прежде всего, из такого ее раздела, как инженерная педагогика, которая призвана обеспечивать качество кадрового состава преподавательского корпуса учебных заведений инженерного профиля.

¹ Тигров В. П. Технологическое образование как педагогическая система // Вестник ТГУ. 2007. Вып. 7 (51). С. 206–214.

Цель статьи – обосновать целесообразность использования методологии инженерной педагогики в подготовке педагогов технологического образования и необходимость расширения соответствующих образовательных программ в аспирантуре и системе повышения квалификации в технических вузах.

Методология и методы. Работа осуществлялась с опорой на положения профессиологии; системный анализ прикладных аспектов инженерной педагогики; принцип конвергенции, который, детерминируя междисциплинарные и надпрофессиональные связи, способствует проектированию и утверждению транспрофессионализма субъектов деятельности; а также на главный принцип функционирования и развития системы профессионально-педагогической подготовки и повышения квалификации преподавателей (в том числе учителей технологии) – синхронизацию содержания обучения научным, техническим и технологическим новациям.

Результаты и научная новизна. Показана связь целей инженерного и технологического образования, которые объединяет общая деятельностная природа. Выделены научные основания развития инженерной педагогики в плане подготовки учителей технологии. Обозначена тройственность начал такой подготовки: требуемая от преподавателей данного предмета квалификация предполагает владение эффективными образовательными методами, знаниями о детской психологии и компетенциями в сфере современных, в том числе цифровых, технологий и техники. Перманентно растущий уровень наукоемкости последних и специфическое переплетение гуманитарного, естественно-научного и прикладного компонентов в работе учителя технологии свидетельствуют о том, что должна быть организована система его непрерывного обучения, переподготовки и повышения квалификации. Представлены возможности подобной организации, в том числе в технических вузах, на базе полученной ранее технической специальности. Одним из эффективных вариантов может стать создание цифрового кластера – платформы, интегрирующей ресурсы образовательных учреждений разных ступеней, производственных структур, а также предприятий среднего и малого бизнеса. Функционирование данного кластера будет способствовать быстрому распространению современных технологий, обеспечивать доступность их освоения и преемственность школьного технологического, среднего профессионального и высшего образования. Общее информационное пространство позволит согласовывать инструментальные элементы обучения, сопоставлять методы и развивать с помощью дистанционных технологий лично ориентированные подходы. Кроме того, цифровой кластер может служить механизмом отбора и переподготовки преподавателей вузов, техникумов и учителей технологии за счет формирования базы наставников, обладающих уникальными компетенциями.

Практическая значимость проведенного авторами исследования состоит в демонстрации альтернативных методов и форм подготовки профессионально-педагогических кадров.

Ключевые слова: инженерная педагогика, технологическое образование, техническое образование детей, профессионально-педагогическая подготовка.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта междисциплинарных фундаментальных научных исследований по теме «Фундаментальное научное обеспечение процессов цифровизации общего образования» Российского фонда фундаментальных исследований (заявка № 19-29-14142). Авторы благодарят рецензентов статьи за ее тщательный анализ.

Для цитирования: Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н. Технологическое образование и инженерная педагогика // Образование и наука. 2020. Т. 22, № 3. С. 55–82. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-55-82

TECHNOLOGICAL EDUCATION AND ENGINEERING PEDAGOGY

D. P. Danilaev¹, N. N. Malivanov²

*Kazan National Research Technical University
named after A. N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia.*

E-mail: ¹danilaev.reku@kstu-kai.ru, ²cno@kai.ru

Abstract. *Introduction.* Technological education, being a part of the school curriculum, is presented as a factor and a means of students' socialisation and as "a process and a result of active learning by schoolchildren the general and professional technological culture, general and special ways of technological transformation of reality, and the development of technological competency and creative abilities of a person"¹. However, over the past decade, the goals of this type of education have undergone several changes: in high-technology competitive world, the priority is given to the development of "universal digital literacy", which affected the content of teachers' work.

The peculiarity of a teacher's work in the considered professional and pedagogical activity is the integration of pedagogical, psychological and technical-technological components. Currently, there is increased deficit of qualified techno-

¹ Tigrov V. P. Technological education as a pedagogical system. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Tomsk State University Journal. 2007; 7 (51): 206–214. (In Russ.)

logy teachers. The modern system of teacher education does not imply fundamental technical training and the training of technical specialists does not require the formation of psychological and pedagogical competencies. The approaches to solve the problem can be drawn from the theory and practical application of vocational pedagogy. Primarily, engineering pedagogy is intended to ensure the quality of personnel of teaching community in engineering institutions.

The *aim* of the present article is to justify the appropriateness of using the methodology of engineering pedagogy in the training of teachers of technological education and the need for expanding of relevant educational programmes in graduate school and in the continuing education system in technical universities.

Methodology and research methods. The research was based on the following methodology: the provisions of professionology; systematic analysis of applied aspects of engineering pedagogy; the principle of convergence, defining interdisciplinary and supra-professional relationships, contributes to the design and promotion of the transprofessional nature of actors; the main principle of operation and development of the system of vocational and pedagogical training and advanced training of teachers (including technology teachers) – synchronised content of teaching with scientific, technical and technological innovations.

Results and scientific novelty. The authors show the relationship between engineering and technological education goals, based on shared general activity nature. Scientific grounds for the development of engineering pedagogy in terms of training of teachers of technology are identified. The triplicity of such training is demonstrated: the qualification required to be a technology teacher implies possession of effective educational methods, knowledge of child psychology and competences in the field of modern digital technologies and technological equipment. The constantly growing level of knowledge intensity of the latter and the specific intertwining of humanitarian, natural science and applied components in the work of the technology teacher show that the system of his or her continuing education, retraining and advanced training should be organised. On the basis of the technical specialty received earlier, the opportunities of such an organisation, including technical universities, are presented. One effective option could be the development of a digital cluster – a platform, which integrates the resources of educational institutions of different stages, production structures, as well as enterprises of medium and small business. The operation of this cluster will contribute to the rapid spread of modern technologies and it will provide their accessibility and continuity of technological education in school, as well as in secondary vocational and higher education. The common information space will ensure to provide the coordination of instrumental training elements, to compare methods and develop personality-oriented approaches with the help of distance technologies. In addition, the digital cluster can serve as a mechanism for selection and retraining of teach-

hers of universities, technical schools and technology teachers through the formation of a database providing information on mentors with unique competencies.

Practical significance. The authors believe that the present research could be useful for the development of alternative methods and forms of training of vocational and pedagogical personnel.

Keywords: engineering pedagogy, technology education, technical education of schoolchildren, vocational and pedagogical training.

Acknowledgments. The research was carried out within the framework of the project of interdisciplinary fundamental scientific research on the topic “Fundamental Scientific Support of the Processes of Digitalisation of General Education” supported by the Russian Foundation for Basic Research (application № 19–29–14142). The authors are also grateful to the reviewers for careful analysis of the present article.

For citation: Danilaev D. P., Malivanov N. N. Technological education and engineering pedagogy. *The Education and Science Journal*. 2020; 3 (22): 55–82. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-55-82

Введение

Образовательная (предметная) область «Технология» является относительно молодой и при этом динамически развивающейся и изменяющейся. За последнее десятилетие государственные интересы и цели в сфере технологического образования существенно трансформировались. В 2008 г. утверждалось, что «уже в школе дети должны получить возможность раскрыть свои способности, подготовиться к жизни в высокотехнологичном конкурентном мире»¹. В 2015 г. президент России отметил, что «одна из задач общеобразовательной школы – помощь детям в осознанном выборе будущей профессии, соответствующей запросам отечественной экономики»². Главный тезис государственной образовательной политики в этот период состоял в том, чтобы привязать промышленность к рынку, создать новую систему опережающей подготовки кадров под принципиально новые рыночные направления. В 2017 г. на Петербургском эконо-

¹ Послание Президента Федеральному Собранию Российской Федерации от 05.11.2008 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://archive.kremlin.ru/text/appears/2008/11/208749.shtml> (дата обращения: 10.09.2019).

² Путин В. В. «Мы хотим, чтобы наши дети были лучше, чем мы» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://profiok.com/news/detail.php?ID=3089#ixzz5xE9nkSC1> (дата обращения: 10.09.2019).

мическом форуме глава государства заявил, а в 2019 г. на том же мероприятии подтвердил: «Намерены кратно увеличить выпуск специалистов в сфере цифровой экономики, а по сути, нам предстоит решить более широкую задачу, задачу национального уровня – добиться всеобщей цифровизации, цифровой грамотности... Для этого следует серьезно усовершенствовать систему образования на всех уровнях – от школы до высших учебных заведений – и, конечно, развернуть программы обучения для людей самых разных возрастов»¹.

Само понятие цифровой грамотности пока еще четко не формализовано. На наш взгляд, на данном этапе технологического развития важно избавиться от страха перед внедрением цифровых технологий (например, беспилотного транспорта), осознать новое качество жизни благодаря их появлению (например, цифрового телевидения) и перспективы их использования. Сейчас условием успешности личности является принятие глобальных цифровых трансформаций, которые разрушают существующие способы производства и потребления продукции и создают новые. Цифровизация в различных отраслях неоднородна и представлена моделью вихря. «Цифровой вихрь – это неизбежное движение различных отраслей по направлению к “цифровому центру”, в котором бизнес-модели, продукты и ценностные цепочки максимально оцифровываются. Движение в цифровом вихре происходит не только из-за воздействия технологий. Цифровые технологии способствуют созданию новых бизнес-моделей. А эти бизнес-модели, в свою очередь, создают новые ценности для клиентов. Бизнес-модель – это то, как организация создает, доносит до клиента и сохраняет ценность» [1].

Перечисленные целевые установки дополняют существующие задачи технологического образования. И все они в совокупности требуют от педагога широких компетенций в предметной области, достаточных для организации практической (в том числе проектной) деятельности школьников. Например, с учетом имеющихся в настоящее время исследовательских и технологических заделов в концепции «Цифровая экономика» выделяются три относительно самостоятельных ключевых сегмента:

- цифровой двойник (модель);
- информационно-коммуникационная инфраструктура;

¹ Владимир Путин: Внедрить цифровые технологии во все сферы жизни [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2017/06/04/reg-szfo/vladimir-putin-vnedrit-cifrovyte-tehnologii-vo-vse-sfery-zhizni.html> (дата обращения: 10.09.2019).

- цифровая платформа (информационная система сопровождения основных процессов жизненного цикла наукоемкой продукции) [2, 3].

Каждый из этих сегментов может определять содержательное наполнение компетенций специалиста в области цифровых технологий, в том числе преподавателя, а также соответствующих образовательных программ.

Особенность профессионально-педагогической деятельности в рассматриваемой предметной сфере заключается в интеграции педагогической, психологической и технико-технологической составляющих. Квалифицированный педагог технологического обучения должен владеть современными образовательными технологиями и производственно-технологическими компетенциями, иметь способность к организации коммуникативного процесса с учетом особенностей детской психологии и быть готовым к инновациям. Стремительное развитие техники и технологий, растущие объемы предметной информации, появление новых профессий наряду с «врожденным» интересом молодежи к ИКТ и всему, что с ними связано, обуславливают необходимость непрерывного обновления профессиональных компетенций на основе принципов *Life Long Learning* (непрерывного обучения). В идеале учитель технологии должен быть и продвинутым техническим специалистом, и «инженером человеческих душ».

Вместе с тем существующая система педагогического образования не может обеспечить должное качественное освоение наукоемких высокотехнологичных областей. В свою очередь, обучение технических специалистов не предполагает формирования психолого-педагогических компетенций и традиций. Не раскрыт полностью потенциал приобретения указанных компетенций опытными инженерно-техническими работниками, проявляющими интерес к трудовой занятости в школах. Таким образом, остро обозначается проблема кадрового обеспечения в сфере технологического образования.

В настоящее время имеется опыт подготовки преподавателей технических дисциплин. Ряд исследователей в качестве раздела профессиональной педагогики выделяет инженерную педагогику, которая понимается как научный предмет и учебный модуль (образовательная программа) для обучения выпускников технических вузов в аспирантуре и системе повышения квалификации [4]. Получение ими педагогической квалификации на основе фундаментальных технических знаний обеспечивает меж- и трансдисциплинарность благодаря целостному изучению технических, естественно-научных, социальных, гуманитарных и психолого-педагогических наук в их взаимосвязи.

Данный подход интересен и в аспекте интеграции общего и высшего образования и формирования системы непрерывной подготовки технического специалиста (включая преемственность используемой методологии). Акцент на подготовке в технических вузах связан с задачами организации «профорientационной работы на всех ступенях школьного обучения; поиска наиболее эффективных форм и методов помощи учащимся в их личностном, социальном и профессиональном самоопределении с учетом их возрастных особенностей и возможностей, выявления и развития их интересов и склонностей, а также социально-функциональных качеств и способностей, обеспечивающих готовность выпускника школы к осознанному выбору жизненного пути» [5, с. 10].

Цель статьи – анализ оснований для трансляции методологии инженерной педагогики в подготовку педагогов технологического обучения и расширения соответствующих образовательных программ в аспирантуре и системе повышения квалификации в технических вузах.

Обзор литературы

В связи с развитием высокотехнологичного социума создается новая образовательная система, основу которой составляют технологические и педагогические инновации, современные информационные и коммуникационные технологии [5, 6]. «Технологическое образование – это организованный процесс обучения и воспитания, направленный на формирование технологической, экологической, экономической культуры личности обучаемых через развитие творческого технологического мышления, комплекса технологических способностей, качеств личности: социальной адаптивности, конкурентоспособности, готовности к профессиональной деятельности» [7, с. 414]. «Технология – более широкое понятие, чем отрасль, она представляет собой сложную развивающуюся систему искусственных устройств техники, производственных процессов и операций, ресурсных источников, подсистем социальных последствий управления и др.» [8, с. 1112].

Рассмотренные особенности и проблемы организации технологической подготовки характерны и для деятельности педагога профессиональной школы, осуществляющего подготовку специалистов. Анализ современного состояния и тенденций развития профессионального образования показывает, что обучению таких педагогов не уделяется достаточного внимания [9]. Это неоднократно отмечал, например, Г. М. Романцев [10, с. 7–31], которым «обоснована социально-экономическая необходимость этого вида профессиональной подготовки, рассмотрены его организационно-пе-

дагогические условия, пути проектирования содержания и возможные технологии реализации, обозначены перспективы развития» [9, с. 7]. Ученый вынужден был констатировать: «Корпус педагогов профессионального обучения состоит сегодня в основном из работников, не имеющих специальной профессионально-педагогической подготовки» [9, с. 15].

Одним из объединяющих оснований профессионального и технологического образования является теория транспрофессионализма, которая исходит из условий развития общества: быстрой смены технологических укладов, интенсивного развития информационных технологий, цифровой трансформации экономики [8, 11, 12]. С изменением технологий обновляются формы и виды профессионально-педагогической деятельности. Соответственно, и «квалификация педагога – изменяющаяся величина, поскольку образовательный процесс становится более динамичным и технологичным, с одной стороны, и более творческим – с другой...» [8, с. 1115]. Однако излишнее стремление к транспрофессионализму в системе образования тоже вызывает опасения, поскольку порождает, например, снижение интереса обучаемых к конкретной сфере профессиональной деятельности. Отмечаются относительно новая тенденция депрофессионализации студенчества [13, с. 165] и диссонанс между известным печальным опытом излишней политехнизации отечественного школьного образования [14, с. 8] и ранней профессиональной ориентацией школьников, направленной на формирование долгосрочного карьерного планирования [15], а также реализацией компетентностного подхода к профессиональному самоопределению учащихся старших классов [16].

Практически все авторы исследований, посвященных подготовке педагогов профессионального и технологического образования в условиях трансформаций и изменений, говорят о необходимости развития непрерывного профобразования, системообразующим фактором которого должна быть «его целостность, т. е. глубокая интеграция всех подсистем и процессов, а не механическое приращение элементов», а стратегическим ориентиром – «создание условий для участия обучающегося в непрерывном педагогическом процессе и профессиональном сотрудничестве на разных уровнях» [8]. Эффективность организации соответствующей системы и управления ею «обеспечивается соблюдением принципов опережающего отражения и образовательного партнерства» [17, с. 15]. Целостность процессов непрерывного профессионального образования и самоопределения включает также важнейшую составляющую – ресурсы, которые, согласно Э. Гидденсу, «не существуют сами по себе, а лишь воспроизводятся в про-

цессе человеческой интеракции» [13, с. 156]. В связи с этим все большее значение отводится сетевому взаимодействию.

Сеть контактирующих между собой институтов формируется «на базе образовательных организаций, предоставляющих возможность получения среднего, высшего и послевузовского (дополнительного) профессионального образования. Именно здесь предполагается полная реализация формулы “образование через всю жизнь”...» [8, с. 1115]. Сетевые связи учреждений основного общего и дополнительного образования с вузами и учреждениями СПО обусловлены, с одной стороны, «остро обозначенной проблемой организации ... непрерывной инженерной подготовки детей и подростков» [18, с. 546], с другой – нехваткой квалифицированных педагогических кадров.

«К деструктивным факторам, препятствующим обновлению системы образования, относятся сложившиеся в педагогическом мышлении и научной культуре традиционные дисциплинарные границы, дисциплинарная разобщенность; узкая специализация подготовки; разрыв между содержанием профессионального образования и реальной профессиональной деятельностью» [8, с. 98]. Сказанное в полной мере относится и к профессионально-педагогическому обучению. Специалистами отмечается некоторая рассогласованность сформулированных в ФГОС ВПО целей подготовки бакалавров по направлению «Педагогическое образование»: «Достижение одних предполагает фундаментализацию профессионального образования педагога, а других – улучшение его практической направленности» [19, с. 211].

Проблемы профессионально-педагогической подготовки учителей технологии свойственны не только отечественной, но и зарубежным образовательным системам. Различным аспектам этой проблематики посвящены работы R. Moalosi и O. B. Molwane [20]; A. M. Johnson, M. E. Jacovina, D. E. Russell, C. M. Soto, [21]; M. Abassah [22], M. A. Impedovo, J. Ginestié, J. Williams [23], а также целого ряда участников международной конференции «Обучение в технологическом образовании: вызовы для 21-го века»¹. Обобщая полученные разными исследователями результаты изучения лучших систем школьного образования, М. Барбер и М. Муршед приходят

¹ Learning in Technology Education: Challenges for the 21st Century. Proceedings of the 2nd Biennial International Conference on Technology Education Research held at the Parkroyal Gold Coast, Australia, 5–7 December 2002. Vol. 1. Ed. by H. Middleton, M. Pavlova, D. Roebuck. Centre for Technology Education Research Griffith University. Available from: <https://pdfs.semanticscholar.org/408f/892cc5a8ee1c4fcd1470bda2e520b197a0ee.pdf>

к выводу о том, что качество любой из них «не может быть выше качества работающих в ней учителей» [24, с. 17].

В поисках преодоления сложившейся ситуации появляются «возможности освоения и широкого распространения альтернативных форм подготовки профессионально-педагогических кадров» [11, с. 202], такие как обучение магистров профессионального образования, имеющих диплом базового (отраслевого) вуза; реорганизация и дальнейшее развитие системы дополнительного профессионально-педагогического образования в отраслевых вузах путем введения в учебные планы психолого-педагогических дисциплин [14]. Причем в последнем случае отмечается необходимость «качественного базового образования на базе университетов как фундамента для построения различных дополнительных программ» [25, с. 37].

Материалы и методы

Ключевой методологический принцип функционирования и развития системы профессионально-педагогической подготовки и повышения квалификации преподавателей (в том числе учителей технологии) – это принцип соответствия изменениям в науке, технике, технологиях [26, с. 105]. В самой основе комплекса задач технологического образования заложены два начала – техническое и психолого-педагогическое.

Теоретической базой нашего исследования послужила методология инженерной педагогики как фундамента для развития транспрофессионализма субъекта деятельности. Выделение указанной предметной области носит дискуссионный характер, однако ученые единодушны в том, что она «является одной из составляющих педагогики высшей школы, которая, в свою очередь, является частью профессиональной педагогики» [4, с. 138]. «В то же время практико-ориентированная составляющая инженерной педагогики должна задавать ее “собственное лицо” как научной педагогической специальности» [4, с. 139].

«Сама инженерная деятельность все более превращается в социально-инженерную», – заметил А. А. Кирсанов [4, с. 140]. Задачи организации производственных процессов, управления коллективом, работы в команде, взаимодействия с заказчиком и потребителем продукции, обеспечения полного жизненного цикла изделий и многие другие определяют требования к транспрофессионализму компетенций специалистов, включающие, например, наличие способности приобщения людей к процессам достижения поставленных целей. Решение проблемы формирования транспрофессиональности – это инженерно-педагогическая задача [4, с. 143], которая «заключается в трансляции лучших научных достижений педагогики в подготовку инжене-

ров» [4, с. 156]. Однако даже в рамках одной специальности (авиастроения, двигателестроения, приборостроения, радиотехники и пр.) существуют различные виды инженерной деятельности: проектирование, конструирование, разработка технологического процесса, производство, метрология, испытания, сертификация, сервисное обслуживание и многое другое. Для каждого из них важен свой, особый набор компетенций технического специалиста. Иногда процесс переквалификации в рамках одной специальности не может быть обратным без существенной переподготовки. Так, в большинстве случаев инженер-проектировщик может стать метрологом, заняться сертификацией, но наоборот – маловероятно. Это определяет специфику инженерной педагогики, ее гибкость и адаптивность, т. е. необходимость формировать методологию и формы обучения с учетом частных целей, видов и места будущей профессиональной активности, а также индивидуальных способностей, склонностей и мотивации обучаемого.

Современные технологии относятся к числу основных понятий (категорий) инженерной педагогики, поэтому ее методология может быть транслирована и на кадровое обеспечение системы технологического образования. При этом мы исходим из концепции целостности фундаментальных естественнонаучных, инженерных, специальных и гуманитарных дисциплин, образующих единый, непрерывный, органически взаимосвязанный процесс теоретической и профессиональной подготовки учителя технологии.

Системный анализ оснований для применения указанной методологии в обучении педагогов технологического образования осуществляется также с учетом принципа конвергенции [8]. Детерминируя междисциплинарные и надпрофессиональные связи, он выступает фактором проектирования и утверждения феномена транспрофессионализма. «Виды технологий (информационные, производственные, цифровые, социальные и пр.) могут стать основанием для проектирования инновационных образовательных программ, а их конвергенция рассматривается как радикально новый этап в разработке новых социально-профессиональных технологий, ориентированных на сближение, взаимовлияние и взаимоусиление» [8, с. 102]. Предметом исследования в этом случае оказывается структурирование – установление междисциплинарных и надпрофессиональных связей для организации и реализации профессионально-педагогической подготовки учителей технологии.

Результаты исследования и обсуждение

Связь целей инженерного и технологического образования. При организации технологического образования детей и проектировании соот-

ветствующих образовательных траекторий необходимо найти ответы на следующие принципиальные вопросы:

- что должен знать и уметь обучающийся, освоивший образовательную программу;
- как обеспечить освоение этих знаний и умений;
- каким образом выпускник может продемонстрировать и подтвердить уровень своих компетенций?

Получение ответов означает определение частных целей подготовки, их формализацию в виде планируемых результатов обучения, выбор его форм и методов, а также способов и средств оценки достижений ученика.

Такие же задачи решаются при проектировании инженерного образования [27]. Наибольшую сложность представляет четкое определение частных целей подготовки на основе согласования интересов государства, работодателей, обучаемых и вузов [28]. Некоторые из согласованных целей в общем виде определяются

- как способность системно и самостоятельно мыслить и эффективно решать производственные задачи с использованием освоенных компетенций;
- умение работать в команде;
- знание бизнес-процессов и бизнес-среды в целом;
- способность генерировать и воспринимать инновации;
- умение аргументированно презентовать свою идею [29].

Перечисленные компетенции могут закладываться в детском возрасте, образуя фундамент для последующего профессионального образования. Анализ практики реализации программ в области инженерии, науки, математики и технологий (STEM) свидетельствует о невероятных способностях детей к творчеству и их умении придумывать, конструировать, тестировать и дорабатывать продукт для достижения конкретной цели [30]. Исходя из этого определены важнейшие принципы опережающего инженерного образования:

- приоритетности;
- системности;
- фундаментальности;
- опережения;
- практикоориентированности;
- непрерывности;
- конкурентоспособности [29, с. 60].

Объединяющим началом современного инженерного и технологического образования является деятельностная природа. В организации соот-

ветствующей подготовки наметился переход от обучения как презентации системы знаний к активной работе учащихся над заданиями, непосредственно связанными с проблемами реальной жизни; к использованию методов развития коммуникативных умений, самостоятельности и ответственности, способностей взаимодействовать в команде, работать с информацией, проектировать свой жизненный и профессиональный маршрут и т. д.

Приоритет деятельностного начала – фундаментальный принцип международной концепции инженерного образования CDIO. Стандарты CDIO, которые определяют ведущие принципы разработки и реализации программ обучения нового поколения инженеров, могут быть экстраполированы на технологическую подготовку школьников. Более того, они закладывают основы для интеграции общего (школьного) и высшего инженерного образования благодаря

- принципу образования в контексте полного жизненного цикла продукции инженерной деятельности (планирование – проектирование – производство – применение);
- интеграции учебных планов, содержащих вводный курс по инженерному делу;
- обязательному опыту проектной деятельности;
- использованию активных и эффективных практико-ориентированных методов;
- повышению квалификации преподавателей в области инженерной деятельности и использованию активных методов преподавания и оценки результатов обучения и др. [27].

Требования национальных и международных стандартов опережающей инженерной подготовки в условиях глобализации и информатизации схожи между собой и учитывают необходимость интегративного взаимодействия образования, науки и производства [28, 31], в том числе при определении частных целей формирования технологической культуры школьников. В соответствии с этими требованиями реализуются

- современная концепция интеграции образования, науки и производства, включающая актуальные цели технического обучения, совокупность общих и педагогических принципов, этапы обновления содержания образовательных программ, системно-ориентированную технологию и критерии качества подготовки и самоподготовки конкурентоспособного инженера;
- модель интеграции образования, науки и производства на уровне целей, задач, содержания подготовки будущих инженеров в техническом вузе;

- системно-ориентированная технология подготовки и самоподготовки инженера новой формации.

Определены критерии и показатели качества обучения специалистов на основе взаимодействия содержания образования, научных достижений и производственных инноваций [31], которые могут быть использованы в организации освоения предмета «Технология».

Тройственность начал профессионально-педагогической подготовки педагога технологического образования. Результаты процесса развития технологической культуры школьников зависят от уровня профессионализма педагогов, использования инновационных технологий обучения и воспитания, а также собственной учебной и исследовательской (творческой, проектной) активности детей. Однако роль наставника в этом процессе является определяющей.

Профессиональная педагогическая деятельность характеризуется интеграцией различных областей знаний: технических (по отраслям техники и производства), психолого-педагогических и методических. В контексте получения инженерной специальности деятельность преподавателя вуза обеспечивается педагогическими, методическими и исследовательскими компетенциями [31]. Но в рамках технологического образования исследовательская направленность фактически заменяется на познавательную – постоянное освоение новой техники и технологий, а методическая составляющая дополняется коммуникативной для обеспечения междисциплинарности. Роль педагога технологического профиля трансформируется от информативной к воспитательно-коммуникативной, а трансляция учебного материала от него к учащимся заменяется их сотрудничеством – совместной работой в ходе овладения знаниями и решения проблем.

Деятельность учителя технологии и преподавателя технического вуза объединяет специфика предметной области: знание производится, обменивается и потребляется здесь и сейчас [32]. Цифровизация обусловила переход от шаблонных, воспроизводимых, готовых решений к индивидуальному подходу в каждом конкретном случае и необходимость выработки у выпускников учебных заведений умений самостоятельно и системно мыслить, адекватно реагировать на происходящее.

Учитель технологии должен быть одновременно и педагогом, и методистом, и инженером. Однако найти квалифицированного специалиста, обладающего навыками во всех перечисленных областях, в настоящее время практически невозможно. Это обстоятельство является дополнительным основанием для интеграции школ с техническими вузами.

Что же первично в деятельности наставника в сфере технологии: технические знания или психолого-педагогические основы? Возможно, это вопрос риторический. Однако очевидно, что для подготовки педагога этого профиля потребуется и педагогическое, и техническое образование. При этом предлагаются разные подходы к получению комплекса необходимых компетенций:

- усиление технологической компоненты за счет вариативной части учебных планов в образовательных программах двухуровневой системы педагогической направленности [7];
- подготовка педагогов по программам магистратуры на основе базового (технического) высшего образования, в том числе в технических вузах [11];
- развитие системы дополнительного профессионально-педагогического обучения [11], включающей институты переподготовки инженеров либо учителей).

Последний подход актуален прежде всего для инженеров с большим опытом работы, меняющих в силу жизненных обстоятельств место и сферу своей профессиональной деятельности. Они могут быть востребованы не только в учреждениях СПО, но и в школе. Проблемы и вопросы формирования системы отбора и переподготовки учителей технологии, которые в дальнейшем будут работать с детьми, заслуживают детального изучения и не будут рассматриваться в рамках данной работы.

Анализ и сопоставление достоинств и недостатков перечисленных подходов также может стать предметом отдельного исследования. Однако для достижения главной цели технологического образования и определения критериев его результативности целесообразно формирование модели компетенций учителя технологии с учетом динамики обновления общих и частных целей его деятельности.

В некоторых мировых образовательных системах критерии оценки компетенций педагогов технологического образования существуют независимо от способа их формирования. В США, Великобритании, Китае и других странах междисциплинарный характер учебного процесса (STEM-обучения) предъявляет особые требования к учителю. Например, участники проекта «Infinity» должны быть сертифицированы по математике, естественным наукам и технологиям [30], свободно работать с компьютерными программами, иметь мотивацию к работе с детьми и владеть методами обучения. Все они, включая опытных вузовских преподавателей, обязаны пройти повышение квалификации под руководством квалифицированных наставников. Подобные установки действуют и в отношении других проектов и программ STEM-обучения [30].

Задачи формирования модели компетенций учителя технологий и проектирования процессов ее реализации требуют междисциплинарного исследования и решения как минимум трех видов проблем: методологических, организационных и информационных. В этой связи инженерная педагогика может быть задействована

- как область научного исследования;
- учебная дисциплина, преподаваемая в магистратуре / аспирантуре инженерного вуза или на курсах повышения квалификации, либо соответствующий образовательный модуль;
- идеология деятельности учителя технологии в средней школе [32, с. 34].

В каждой из перечисленных ипостасей имеется три начала: техническое знание, педагогика и психология детей школьного возраста, междисциплинарная интеграция и взаимодействие.

Использование теории и практики инженерной педагогики применительно к системе технологического образования может способствовать

- переосмыслению его целей и задач;
- дополнению форм и методов развития технологической культуры школьников;
- формированию адекватной системы переподготовки и повышения квалификации педагогов технологического профиля;
- определению возможностей и особенностей современных средств обучения, в том числе педагогически целесообразному применению информационных ресурсов и коммуникационных технологий в образовательном процессе.

Научные основания развития инженерной педагогики. Исходя из необходимости обеспечения целостности профессионально-педагогической подготовки учителей технологии и учитывая ранее обозначенные направления исследований [26], рассмотрим кратко некоторые теоретические основания развития инженерной педагогики.

Основание первое. В ходе планирования и моделирования технического творчества детей, несмотря на относительно простой уровень проектов и технических задач, приходится решать сложные, комплексные, междисциплинарные проблемы. Если прежде построение техники и технических систем требовало соблюдения эргономических принципов, вытекающих из основ человековедческих знаний (в том числе психологии и анатомии), то теперь все большее значение приобретает морально-этическая сторона делегирования роботизированным технологическим комплексам части профессиональных человеческих действий и функций, в том числе

социальных. В связи с этим требуется дополнительное изучение психических процессов и состояния детей, специфики их эмоционально-волевой сферы.

Вводя в учебный процесс сведения об инновационных технологиях, в том числе цифровых, неизбежно вторгающихся в социокультурную сферу, необходимо использовать психолого-педагогические традиции воспитания личности и формирования ее мышления. Разработка внутренней структуры соответствующих разделов и их методологической базы должна базироваться на обращении к естественно-научным дисциплинам, из которых заимствуются способы решения комплексных инженерных задач, а также фундаментальные сведения из психологии детского возраста, педагогики, социологии.

В результате появляется класс новых – неклассических дисциплин, синтезирующих научно-технические и психолого-педагогические начала. Предметная область проектируемого, отбираемого и структурируемого учебного материала относится к техническому образованию; принципы, методы, процедуры проектирования, отбора и структурирования – к области инженерной педагогики [26] во взаимосвязи с общей педагогикой.

Основание второе. Соблюдая принцип соответствия изменениям в науке, технике, технологиях и, соответственно, в рассматриваемой предметной области, систему подготовки, переподготовки и повышения квалификации учителя технологии нужно создавать на основе проектирования. Исходные сведения для этого процесса предоставляет актуальная компетентностная модель этого специалиста, формализующая общие и частные цели его обучения; профиль и уровень его базового образования. Таким образом, необходим переход от реализации типовых заранее подготовленных образовательных программ к обучению по персонально адаптированным траекториям, «формируемым из учебных объектов репозитория в соответствии с результатами мониторинга компетенций обучаемого и желаемыми результатами» [25, с. 41].

При проектировании содержания программы (учебного плана), учебных дисциплин и новых технологий обучения целесообразно использовать системно-функциональный подход, который реализуется в форме поэтапного перехода от определения, обоснования и формализации целей к планируемым результатам обучения и компетенциям. На начальном этапе необходимы пересмотр и формализация уточненной модели компетенций будущего специалиста. На следующей ступени осуществляется определение содержания подготовки с учетом сложных междисциплинарных взаимосвязей, а также выбор форм и методов обучения. Этот процесс вклю-

чает определение исходных данных, необходимых для создания информационной модели, которая выступает основой для разработки педагогического проекта содержания образования и новых технологий обучения. «Процесс перехода от информационной модели к педагогическому проекту является основным этапом проектирования» [26, с. 106].

Отметим, что к профессионально-педагогической деятельности учителя технологии также относится проектирование программ технологического образования на уровне учебного плана и программ дисциплин. Педагог должен иметь как навыки и компетенции, так и опыт методической работы и междисциплинарного взаимодействия.

Основание третье. Содержание технологического образования включает не только понятия о технических объектах, конструкциях, принципах работы аппаратуры, но и знания о способах деятельности. Поэтому выделяются специфические для этого образования методы теоретического и практического обучения. Его особенностью является необходимость через знакомство с современными технологиями осуществить первое погружение учеников в различные профессиональные сферы. Например, изучение робототехники позволяет затронуть такие направления, как программирование, энергетика, механика, конструкция и материалы, радиоэлектроника, управление и пр. Причем для каждой области профессиональной деятельности характерен целый ряд функций, выполняемых техническим специалистом на разных этапах жизненного цикла технических систем и изделий: проектирование, производство, эксплуатация и ремонт, утилизация. Все это определяет многообразие методов обучения. При их выборе необходимо принимать во внимание имеющуюся методическую и материальную базу, возможности виртуальных сред моделирования, развитие концепции цифровых двойников, а также тенденции модернизации средств производства.

Знакомство школьников с современными технологиями является сложной педагогической задачей, так как даже у старшеклассников еще недостаточно сформирована фундаментальная естественно-научная база знаний. В связи с этим в организации учебного процесса должны превалировать иные методы обучения, чем в высшей школе, – например, игровые с опорой на образное мышление, проектные и т. п. Их следует применять и в подготовке учителя технологии, акцентируя внимание на таких подходах. В этом контексте методология подготовки учителя технологии на основе базового высшего технического образования может стать предметом отдельного исследования.

«Результаты учебной деятельности определяются как содержанием, методами, так и формами организации обучения, которые обладают присущи-

ми им внутренней структурой, взаимосвязями и отношениями их компонентов: цель, познавательные мотивы, учебные задания, способы действий, контроль и самоконтроль результатов» [26, с. 107]. Интеграция науки, производства и образования, а также образовательных учебных заведений (вузов – учреждений СПО – школ) стимулирует появление новых форм организации обучения – в условиях технопарков, детских учебных центров, специализированных учебных заведений (общеобразовательных и дополнительного образования). Эти формы способствуют не только развитию технологической культуры, но и коммерциализации некоторых проектов.

«Факторами, влияющими на выбор средств обучения, являются: содержание и характер изучаемой информации, методы и формы организации обучения» [26, с. 108]. Они, а также состав субъектов, вовлеченных в образовательный процесс, и структура связей между ними определяют оснащение учебного процесса современным оборудованием, техническими средствами обучения, учебно-методической литературой и пр. Расширение перечня перспективных направлений техники и технологий обеспечивается развитием и распространением информационных ресурсов и средств, которые при условии даже минимально необходимой подготовки детей положительно влияют на их дальнейшую самостоятельную работу и / или воспроизведение материалов в учебно-проектной деятельности. При этом компьютерные обучающие технологии могут сделать процесс технологической подготовки контролируемым и индивидуально-дифференцируемым.

В системе технологического образования средства обучения, с одной стороны, являются сдерживающим фактором развития, с другой – провоцируют шаблонность и при этом масштабируемость образовательных программ, их воспроизводимость в разных образовательных учреждениях. Гармоничный выбор взаимосвязанных и достаточно универсальных технических средств позволяет снять противоречие между фундаментальностью и гибкостью обучения и обеспечить их рациональное сочетание. Методологические основания такого выбора включают знание особенностей материально-технической базы в той или иной предметной области, а также критериев ее отбора под установленные цели. Во взаимосвязи с формами и методами обучения они также относятся к области междисциплинарных, комплексных задач, которые могут стать предметом изучения инженерной педагогики.

Основание четвертое. Развитие методологии инженерной педагогики и ее распространение на подготовку учителей технологии, формирование системы подготовки, переподготовки и повышения квалификации со-

ответствующих специалистов должны сопровождаться изучением и решением возникающих в этом процессе актуальных проблем. Возможны выделение и исследование «инженерной педагогики в технологическом образовании» как самостоятельного феномена для обеспечения целостности психолого-педагогических, технических и социальных основ в рассматриваемой сфере. Целесообразно создание научно-образовательного центра подготовки и повышения квалификации педагогов технологического профиля, взаимодействующего с развивающимися центрами технологического образования детей, т. е. формирование целостной системы развития технологической культуры.

Заключение

Трансформация государственных интересов и целей в сфере технологического образования, происшедшая за последнее десятилетие, порождает необходимость обновления его содержания и качественного изменения процесса его кадрового обеспечения. По-прежнему отсутствуют единые требования к применению в образовании понятий «всеобщей цифровизации» и «цифровой грамотности» и стандарты, детально разъясняющие содержание этих требований и планируемые результаты. Тем не менее анализ «цифровой компетентности» в совокупности с другими содержательными составляющими технологического образования, а также определение подходов к ее формированию позволяет говорить о наукоемкости данной предметной области и специфике соответствующей профессионально-педагогической деятельности.

Существующая образовательная система не может в должной мере обеспечить качественную подготовку учителей технологии. Подходы к решению проблем их нехватки или недостаточного соответствия современным реалиям могут быть заимствованы из опыта организации профессионального обучения. Необходимо выстроить систему непрерывного образования, основанную на идее транспрофессионализма и структурированную через междисциплинарные и надпрофессиональные связи. Такая система предусматривает преемственность школьного технологического, среднего профессионального и высшего образования, универсальность непрерывного обучения благодаря интеграции образовательных учреждений, конвергенции методологий и содержания подготовки.

Проведенное исследование свидетельствует о едином основании инженерной педагогики и структуры профессионально-педагогической подготовки, переподготовки и повышения квалификации учителей технологии. Рассмотрены возможности такой подготовки на основе базового (тех-

нического) высшего образования, в том числе в технических вузах. Введение инженерной педагогики как раздела образовательных программ магистратуры обеспечивает обучение технического специалиста, позволяет заложить «знания психолого-педагогических традиций формирования мышления личности, способной влиять на жизненные стратегии общества» [4, с. 142] и реализовать на практике идею транспрофессиональности.

Однако разность целей инженерного и технологического образования побуждает искать приемлемые, адаптированные формы и методы подготовки учителей технологии. В этой связи возможно выделение «инженерной педагогики в технологическом образовании» как самостоятельного феномена, его представление в трех измерениях: как области научного исследования, образовательного модуля и идеологии деятельности учителя технологии. Исследование этого феномена будет способствовать целостности психолого-педагогических, технических и социальных основ в системе технологического образования.

Необходимое развитие инженерной педагогики как одной из ветвей педагогики профессиональной базируется на четырех теоретических основаниях, обозначенных в данной статье. Каждое из них является, с одной стороны, относительно самостоятельным, с другой – достаточно емким и многогранным, представляющим интерес для дальнейших исследований.

Современной платформой интеграции образовательных учебных заведений: вузов, учреждений СПО, школ, а также предприятий, представителей производства от среднего и малого бизнеса – может выступать цифровой кластер.

Систему «предприятие – вуз – школа» можно формировать и использовать для быстрого распространения современных технологий, обеспечения доступности их освоения. Общее информационное пространство позволяет согласовать инструментальные, технические основания обучения, сопоставить его методы и с использованием дистанционных технологий развивать личностно ориентированные подходы.

Цифровой кластер можно рассматривать также как механизм создания базы обладающих уникальными компетенциями наставников¹, которые могут содействовать построению современной системы переподготовки и повышения квалификации специалистов технического профиля, пре-

¹ Патент 2665275. Российская Федерация, МПК G06Q 10/06, G06F 17/40, G05B 19/418. Система управления трудовыми ресурсами предприятия – «Цифровой кластер «предприятие – вуз» / Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н.; заявитель и патентообладатель – Казанский национальный технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ. № 2017126461/08; заявл. 21.07.2017; опубл. 28.08.2018, бюл. № 25. 26 с.

подавателей вузов и техникумов, учителей технологии. Таким образом, цифровой кластер становится новой средой взаимодействия, способствующей развитию каждой стороны, каждого участника.

Список использованных источников

1. Лоакс Дж., Маколей Дж., Норона Э., Уэйд М. Цифровой вихрь. Москва: ЭКСМО, 2018. 400с.
2. Никоноров А., Шишмарев А. Цифровой двойник [Электрон. ресурс] // Сибирская нефть. 2017. № 140 (апрель). Режим доступа: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-april/1119180/> (дата обращения: 16.07.2019).
3. Ластович Б. ИКТ инфраструктура цифровой экономики. Простые истины [Электрон. ресурс] // ИнформКурьер Связь. 2017. № 07–08. Режим доступа: <http://www.iksmedia.ru/articles/5434122-ИКТинфраструктура-цифровой-экономики.html> (дата обращения: 13.07.2019).
4. Сенашенко В. С., Вербицкий А. А., Ибрагимов Г. И., Осипов П. Н. и др. Инженерная педагогика: методологические вопросы (круглый стол) // Высшее образование в России. 2017. № 11 (217). С. 137–157.
5. Кондрашкина Е. Г. Сущность и нормативные характеристики технологического образования школьников // Теория и практика образования в современном мире: материалы II международной научной конференции (г. Санкт-Петербург, ноябрь 2012 г.). Санкт-Петербург: Реноме, 2012. С. 9–11 [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/64/2929/> (дата обращения: 28.06.2019).
6. Леонов М. В. Технологическое образование школьников в процессе внедрения стандартов нового поколения // Сибирский педагогический журнал. 2012. № 5. С. 206–210.
7. Кутумова А. А., Алексеевнина А. К., Злыгостев А. В. Технологическое образование в двухуровневой системе педагогических кадров // Фундаментальные исследования. 2014. № 9–2. С. 414–417.
8. Zeer E. F., Tretyakova V. S., Kurochina I. A., Bukovei T. D., Beresneva T. V. Teacher's Competitiveness at Different Stages of Professional Development // Humanities & Social Sciences Reviews. 2019. № 7 (4). С. 1108–1119. Available from: <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.74151>
9. Дорожкин Е. М., Зеер Э. Ф. Методология профессионально-педагогического образования: теория и практика (теоретико-методологические основания профессионально-педагогического образования) // Образование и наука. 2014. № 9. С. 4–20.
10. Романцев Г. М. Проблемы развития профессионально-педагогического образования // Теория и практика профессионально-педагогического образования: коллективная монография. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2007. Т. 1. 305 с.
11. Zyrianova N. I., Dorozhkin E. M., Zaitseva Y. V., Korotayev I. S., Shcherbin M. D. Trends in and principles of training vocational teachers // International Journal of Engineering & Technology/ 2018. № 7 (2.13). P. 200–204. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.13.11687

12. Racko G., Oborn E., Barrett M. Developing collaborative professionalism: an investigation of status differentiation in academic organizations in knowledge transfer partnerships // *The International Journal of Human Resource Management*. 2019. Vol. 30, № 3. P. 457–478. Published online: 17 Jan 2017. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09585192.2017.1281830>

13. Вишнеvский Ю. Р., Нархов Д. Ю., Дидковская Я. В. Тренды высшего образования: профессионализация или депрофессионализация? // *Образование и наука*. 2018. Т. 20, № 1. С. 152–170. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-1-9-152-170

14. Борисенков В. П. Качество образования и проблемы подготовки педагогических кадров // *Образование и наука*. 2015. Т. 17, № 3. С. 4–18.

15. Гуртов В. А., Хотеева Е. А. Планирование карьерной траектории школьников: ориентация на «хочу», «могу» и «надо» // *Интеграция образования*. 2018. Т. 22, № 1. С. 134–150. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.134-150

16. Шафранов-Куцев Г. Ф., Гуляева Л. В. Профессиональное самоопределение как ведущий фактор развития конкурентоориентированности и конкурентоспособности старшеклассников // *Интеграция образования*. 2019. Т. 23, № 1. С. 100–118. DOI: 10.15507/1991-9468.094.023.201901.100-118

17. Zeer E. F., Zinnatova M. V., Tretyakova V. S., Scherbina E. Yu., Bukovey T. D. Staff For Digital Economy: Transprofessionalism Formation // *GCPMED 2018 – International Scientific Conference «Global Challenges and Prospects of the Modern Economic Development»*. Samara, 06–08 December 2018. P. 14–19. Available from: <https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/GCPMED%202018F002.pdf>

18. Черемухин П. С., Шумейко А. А. Образовательная робототехника как фактор развития сетевого взаимодействия в системе уровневой инженерной подготовки // *Интеграция образования*. 2018. Т. 22, № 3. С. 535–550. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.535-550

19. Саранцев Г. И. Гармонизация профессиональной подготовки бакалавра по направлению «Педагогическое образование» // *Интеграция образования*. 2016. Т. 20, № 2. С. 211–219. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.211-219

20. Moalosi R., Molwane O. B. Challenges facing teachers in the teaching of design and technology education in Botswana’s primary schools // *Design and Technology: An International Journal*. 2008. № 13. P. 27–36.

21. Johnson A. M., Jacovina M. E., Russell D. E., Soto C. M. Challenges and solutions when using technologies in the classroom // *Adaptive educational technologies for literacy instruction* / Crossley S. A., McNamara D. S. (Eds.). New York: Taylor & Francis, 2016. P. 13–29.

22. Abassah M. Analysis of the problems and prospect of the technical college teachers in Nigeri // *Proceedings of the 2011 International Conference on Teaching, Learning and Change*. 2011. P. 697–703.

23. Impedovo M. A., Ginestie J., Williams J. Technological education challenge: A European perspective // *Australasian Journal of Technology Education*. 2017. hal-01599088. Available from: <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01599088>

24. Барбер М., Муршед М. Как добиться стабильно высокого качества обучения в школах. Уроки анализа лучших систем школьного образования мира // Вопросы образования. 2008. № 3. С. 7–60.
25. Данченко А. А., Зайцева А. С., Комлева Н. В. Трансформация модели дополнительного образования в условиях цифровой экономики // Открытое образование. 2019. Т. 23, № 1. С. 34–45.
26. Кирсанов А. А. Целостность психолого-педагогической подготовки преподавателей // Высшее образование в России. 2004. № 5. С. 104–109.
27. Чучалин А. И. Проектирование инженерного образования: учебное пособие. Томск: Томский политехнический университет, 2014. 176 с.
28. Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н., Польский Ю. Е. Система высшего технического образования: диалектика согласования интересов ее субъектов // Высшее образование в России. 2011. № 11. С. 99–104.
29. Похолок Ю. П. Национальная доктрина опережающего инженерного образования в России в условиях новой индустриализации: подходы к формированию, цель, принципы // Инженерное образование. 2012. № 10. С. 50–65.
30. Brophy S., Klein S., Portsmore M., Rogers C. Advancing engineering education in p-12 classrooms // Journal of Engineering Education. 2008. № 97 (3). P. 369–387.
31. Кондратьев В. В., Иванов В. Г. Инженерное образование и инженерная педагогика: проблемы и решения // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 262–271.
32. Иванов В. Г., Сазонова З. С., Сапунов М. Б. Инженерная педагогика: попытка типологии // Высшее образование в России. 2017. № 8 / 9. С. 32–41.

References

1. Loucks J., Macaulay J., Noronha A., Wade M. Cifrovoj vihr' = Digital vortex. Moscow: Publishing House JeKSMO; 2018. 400 p. (In Russ.)
2. Nikonorov A., Shishmarev A. Digital counterpart. *Sibirskaja neft' = Siberian Oil* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 16]; 140 (April). Available from: <http://www.gazprom-neft.ru/press-center/sibneft-online/archive/2017-april/1119180/> (In Russ.)
3. Lastovich B. ICT infrastructure of the digital economy. Simple truths. *InformKur'er Svjaz' = InformCourier Communication* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 13]; 07–08. Available from: <http://www.iksmedia.ru/articles/5434122-IKTinfrastruktura-cifrovoj-ekonomik.html> (In Russ.)
4. Senashenko V. S., Verbitsky A. A., Ibragimov G. I. Engineering pedagogy: Methodological issues. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2017; 11: 137–157. (In Russ.)
5. Kondrashkina E. G. The essence and normative characteristics of the schoolchildren's technological education. In: *Teorija i praktika obrazovanija v sovremenom mire: materialy II Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii = Theory and Practice of Education in the Modern World. Materials of the II International Scientific Conference* [Internet]; 2012 Nov; St. Petersburg. St. Petersburg: Publishing House Renome; 2012 [cited 2019 June 28]; p. 9–11. Available from: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/64/2929/> (In Russ.)

6. Leonov M. V. Technological formation of schoolboys in the course of introduction of standards of new generation. *Sibirskii pedagogicheskii zhurnal = Siberian Pedagogical Journal*. 2012; 5: 206–210. (In Russ.)
7. Kutumova A. A., Alekseevnina A. K., Zlygostev A. V. Technological education in the two-tier system of pedagogical personnel. *Fundamental'nye issledovaniya = Fundamental research*. 2014; 9–2: 414–417. (In Russ.)
8. Zeer E. F., Tretyakova V. S., Kurochina I. A., Bukovei T. D., Beresneva T. V. Teacher's competitiveness at different stages of professional development. *Humanities & Social Sciences Reviews*. 2019; 7 (4): 1108–1119. Available from: <https://doi.org/10.18510/hssr.2019.74151>
9. Dorozhkin E. M., Zeer E. F. The methodology of vocational education: Theory and practice (theoretical and methodological foundations of vocational education). *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2014; 9 (16): 4–20. (In Russ.)
10. Romantsev G. M. Problemy razvitiya professional'no-pedagogicheskogo obrazovaniya = Problems of development of vocational and pedagogical education. Teoriya i praktika professional'no-pedagogicheskogo obrazovaniya = Theory and practice of vocational and pedagogical education. Ekaterinburg: Russian State Vocational Pedagogical University; 2007. Vol. 1. 305 p. (In Russ.)
11. Zyrianova N. I., Dorozhkin E. M., Zaitseva Y. V., Korotayev I. S., Shcherbin M. D. Trends in and principles of training vocational teachers. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018; 7 (2.13): 200–204. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.13.11687
12. Racko G., Oborn E., Barrett M. Developing collaborative professionalism: An investigation of status differentiation in academic organizations in knowledge transfer partnerships. *The International Journal of Human Resource Management*. 2019 [cited 2019 Sep 10]; 3 (30): 457–478. Published online: 2017 Jan 17. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09585192.2017.1281830>
13. Vishnevskiy Yu. R., Narkhov D. Yu., Didkovskaya Ya. V. Trends in higher vocational education: Professionalisation or deprofessionalisation? *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2018; 1 (20): 152–170. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-1-9-152-170 (In Russ.)
14. Borisenkov V. P. Education quality and issues of pedagogical staff training. *Obrazovanie i nauka = The Education and Science Journal*. 2015; 3 (17): 4–18. (In Russ.)
15. Gurtov V. A., Khoteeva E. A. Schoolchildren's career trajectory planning: Focus on “want”, “can” and “need”. *Integracija obrazovaniya = Integration of Education*. 2018; 1 (22): 134–150. DOI: 10.15507/1991-9468.090.022.201801.134–150 (In Russ.)
16. Shafranov-Kutsev G. F., Gulyayeva L. V. Career self-guidance as a key factor in the development of high school students' competitive ability and orientedness. *Integracija obrazovaniya = Integration of Education*. 2019; 1 (23): 100–118. DOI: 10.15507/1991-9468.094.023.201901.100–118 (In Russ.)
17. Zeer E. F., Zinnatova M. V., Tretyakova V. S., Scherbina E. Yu., Bukovei T. D. Staff for digital economy: Transprofessionalism formation. In: *GCPMED 2018 – International Scientific Conference “Global Challenges and Prospects of the*

Modern Economic Development"; 2018 Dec 06–08; Samara. Samara; 2018. p. 14–19. Available from: <https://www.futureacademy.org.uk/files/images/upload/GCPMED%202018F002.pdf>

18. Cheremukhin P. S., Shumeyko A. A. Educational robotics as a factor in the development of network interaction in the system of engineering training. *Integracija obrazovanja = Integration of Education*. 2018; 3 (22): 535–550. DOI: 10.15507/1991-9468.092.022.201803.535-550 (In Russ.)

19. Sarantsev G. I. Harmonisation of training bachelor's degree students in academic program "Pedagogical Education". *Integracija obrazovanja = Integration of Education*. 2016; 2 (20): 211–219. DOI: 10.15507/1991-9468.083.020.201602.211-219 (In Russ.)

20. Moalosi R., Molwane O. B. Challenges facing teachers in the teaching of design and technology education in Botswana's primary schools. *Design and Technology: An International Journal*. 2008; 13: 27–36.

21. Johnson A. M., Jacovina M. E., Russell D. E., Soto C. M. Challenges and solutions when using technologies in the classroom. Ed. by S. A. Crossley, D. S. McNamara. Adaptive educational technologies for literacy instruction. New York: Taylor & Francis; 2016. p. 13–29.

22. Abassah M. Analysis of the problems and prospect of the technical college teachers in Nigeria. In: *Proceedings of the 2011 International Conference on Teaching, Learning and Change*; 2011. p. 697–703.

23. Impedovo M. A., Ginestié J., Williams J. Technological education challenge: A European perspective. *Australasian Journal of Technology Education* [Internet]. 2017 [cited 2019 Sep 20]. Available from: <https://hal-amu.archives-ouvertes.fr/hal-01599088>

24. Barber M., Mourshed M. Consistently high performance: Lessons from the world's top performing school systems. McKinsey&Company; 2007. Translated from English. *Voprosy obrazovanja = Educational Studies Moscow*. 2008; 3: 7–60. (In Russ.)

25. Danchenok L. V., Zaytseva A. S., Komleva N. V. Transformation of the model of additional education in a digital economy. *Otkrytoe obrazovanie = Open Education*. 2019; 1 (23): 34–45. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2019-1-000-000> (In Russ.)

26. Kirsanov A. A. The integrity of the psychological and pedagogical training of teachers. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2004; 11 (217): 137–157. (In Russ.)

27. Chuchalin A. I. Proektirovanie inzhenernogo obrazovanja = Designing of engineering education. Tomsk: Tomsk Polytechnic University; 2014. 176 p. (In Russ.)

28. Danilaev D. P., Malivanov N. N., Pol'skij Ju. E. The possibilities in concurring the interests of the subjects of higher technical education systems. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2011; 11: 99–104. (In Russ.)

29. Pohlkov Ju. P. National doctrine of advanced engineering education in Russia in the conditions of new industrialisation: Approaches to formation, purpose, principles. *Inzhenernoe obrazovanie = Engineering Education*. 2012; 10: 50–65. (In Russ.)

30. Brophy S., Klein S., Portsmore M., Rogers C. Advancing engineering education in p-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*. 2008; 97 (3): 369–387.

31. Kondrat'ev V. V., Ivanov V. G. Engineering education and engineering pedagogy: Problems and solutions. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta = Herald of Kazan Technological University*. 2014; 24 (17): 262–271. (In Russ.)

32. Ivanov V. G., Sazonova Z. S., Sapunov M. B. Engineering pedagogy: Facing typology challenges. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2017; 8/9: 32–41. (In Russ.)

Информация об авторах:

Данилаев Дмитрий Петрович – доктор технических наук, доцент кафедры радиоэлектронных и квантовых устройств Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия. E-mail: danilaev.reku@kstu-kai.ru

Маливанов Николай Николаевич – доктор педагогических наук, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации и управления Казанского национального исследовательского технического университета им. А. Н. Туполева – КАИ, Казань, Россия. E-mail: cno@kai.ru

Вклад соавторов. Авторы внесли равный вклад в подготовку статьи.

Статья поступила в редакцию 07.10 2019; принята в печать 12.02.2020. Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Dmitry P. Danilaev – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Radio-Electronic and Quantum Devices, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia. E-mail: danilaev.reku@kstu-kai.ru

Nikolay N. Malivanov – Doctor of Pedagogical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Automation and Control, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev – KAI, Kazan, Russia. E-mail: cno@kai.ru

Contribution of the authors. The authors equally contributed to the present research.

Received 07.10 2019; accepted for publication 12.02.2020.

The authors have read and approved the final manuscript.