

Научная статья

УДК 378:62+004

DOI: 10.15372/PNE20220204

Статус инженерного образования: смыслы новые – форма и содержание старые

Черных Сергей Иванович¹, Борисенко Ирина Геннадьевна²

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Аннотация. *Введение.* Сегодня человечество все чаще ориентируется на эффективные инновации, нацеленные на быстрые и качественные технологии, и их применение в индустрии 4.0. Фигура современного инженера здесь является ключевой, что требует от инженерного образования решения новых задач. Актуально для инженерного образования приобретение новых ориентиров, соответствующих смыслам VI технологического уклада и индустрии 4.0. *Методологическими* основаниями выступают историко-философский и социологический подходы, в рамках которых проведен аналитический обзор двух «линий» в развитии современного инженерного образования: инженерного труда как «ремесла» (традиция Д. К. Советкина, В. К. Дилла-Воса) и традиции инженерного труда как творчества («Liberal Arts»). Аналитика этих традиций указывает на их конвергирование в образовательных, промышленных и бизнес-технологиях STEM и STEAM. *Обсуждение.* Реализация смыслов этих технологий задерживается в обновлении образовательной дидактики инженерного образования. Разрешение этого противоречия становится насущной задачей. Это требует не только осознанной рефлексии по поводу собственно статуса инженера, но и определения самого вектора изменений в дидактике инженерного образования. Его можно обозначить как развитие целевого предназначения инженерного образования от преимущественно «ремесленнического» функционала к «когнитивно-технологическому» его наполнению. Для формирования инженера новой формации в дидактике образовательного процесса проведено социологическое обследование среди студентов-инженеров Сибирского федерального университета. Цель – выяснить смысл инженерного труда как «ремесла» и как «творчества» в рамках владения технологиями STEM и STEAM. *Заключение.* Аргументировано, что дидактика инженерного образования только приближается к смысловой реализации технологий STEM и STEAM. Это значит, что технологическое отставание и качество инженерного корпуса не находятся в векторе опережающего развития.

Ключевые слова: статус инженера, инженерное образование, «модель ремесленника-инженера», «когнитивно-технологическая» модель инженера, индустрия 4.0, технологии STEM, технологии STEAM

Для цитирования: Черных С. И., Борисенко И. Г. Статус инженерного образования: смыслы новые – форма и содержание старые // Философия образования. 2022. Т. 22, № 2. С. 53–70. DOI: <https://doi.org/10.15372/PNE20220204>

Scientific article

**Status of engineering education:
new meanings – old form and content**

Sergey I. Chernykh¹, Irina G. Borisenko²

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

Abstract. *Introduction.* Today, humanity is increasingly focused on effective innovations aimed at fast and high-quality technologies and their application in industry 4.0. The figure of the engineer is the key here. This imposes new challenges on engineering education. Thus, engineering education is forced to acquire new meanings, corresponding to the meanings of the VI technological order and industry 4.0. The *methodological* foundations are the historical-philosophical and sociological approaches, within which an analytical review of two “lines” in the development of modern engineering education was carried out: engineering work as a “craft” (the tradition of D. K. Sovetkin, V. K. Dilla-Vos) and the tradition engineering as creativity (“Liberal Arts”). The analytics of these traditions points to their convergence in educational, industrial and business technologies STEM and STEAM. *Discussion.* The implementation of the meanings of these technologies is delayed in updating the educational didactics of engineering education. The resolution of this contradiction becomes an urgent task. This requires not only a conscious reflection on the actual status of an engineer, but also the definition of the very vector of changes in the didactics of engineering education. It can be defined as the development of the target meaning of engineering education from a predominantly “handicraft” functionality to its “cognitive-technological” content. For the formation of an engineer of a new formation in the didactics of the educational process, a sociological survey was conducted among engineering students of SibFU. The purpose of it was to find out the meaning of engineering work as a “craft” and as “creativity” within the framework of STEM and STEAM technologies. *Conclusion.* It is argued that the didactics of engineering education is only approaching the semantic implementation of STEM and STEAM technologies. This means that the technological gap and the quality of the engineering corps are not in the vector of advanced development.

Keywords: status of an engineer, engineering education, “craftsman-engineer model”, “cognitive-technological” model of an engineer, industry 4.0, STEM technologies, STEAM technologies

For citation: Chernykh S. I., Borisenko I. G. Status of engineering education: new meanings – old form and content. *Philosophy of Education*, 2022, vol. 22, no. 2, pp. 53–70. DOI: <https://doi.org/10.15372/PHE20220204>

Введение. 6 октября 2021 г. было принято Распоряжение Правительства Российской Федерации № 2816-р «Об утверждении перечня инициатив социально-экономического развития РФ до 2030 года»¹. Под № 41 в этом списке приоритетов значатся «передовые инженерные школы», а под № 40 –

¹ Об утверждении перечня инициатив социально-экономического развития РФ до 2030 года [Электронный ресурс]: Распоряжение Правительства РФ от 6 октября 2021 г. № 2816-р. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/402792803/> (дата обращения: 05.02.2022).

«платформа университетского технологического предпринимательства». Эти приоритеты определены совершенно закономерно, так как рефлексия по поводу основанных трендов мегапроекта развития человечества, известная как Индустрия 4.0, определяет изменение смыслов профессионального образования/обучения в качестве одного из основных². Еще в конце 1960-х гг. лауреат Нобелевской премии в области экономики Герберт Саймон высказал тезис о том, что инженер нового формата необходим не только для производства, но и для системы образования, а главные инженерные практики XXI в. будут связаны с созданием инфраструктур, необходимых для быстрого и качественного освоения новых технологий с когнитивистским подходом к использованию этих технологий.

Опрос 600 специалистов в области производства и технологических компаний, проведенных Nokia и ABI Research в 2021 г., подтвердил готовность 74 % респондентов к модернизации своих технологических инфраструктур к концу 2022 г., причем новейшие цифровые технологии с применением GG готовы интегрировать более 90 % респондентов³. Сегодня обучение различным инженерным специальностям зачастую происходит в цифровом пространстве и переход образовательных практик в это пространство постоянно интенсифицируется. Развитие среды *digital* в обучении – предмет многих исследований. Рефлексия преподавателей и студентов на процессы – достаточно исследованная область. Но инженерная педагогика эти процессы (со стороны именно инженерного образования) исследует недостаточно [1–3]. Особенно это касается представления о реальных сложностях процессов трансформирования смыслов в линейке «школы – СПО – вузы – поствузовское дополнительное обучение по техническим и инженерным профилям» [4–21].

Ситуация еще более (после относительно симметричных 50–80-х гг. XX в.) дестабилизировалась в 1990-е гг., когда российский образовательный менеджмент объявил образование обычным рынком услуг. А. Аузан, характеризуя этот переход определил специфику образовательного рынка так: «Но этот рынок с олигополией, потому что есть элитные школы и элитные университеты, у которых иные права, чем у обычных школ и университетов. С монополией, потому что покупатель очень часто один – государство. С колоссальной асимметрией информации, потому что ни учащиеся, ни их родители не понимают, что в этом учебном плане «зашито» и чему реально будут учить. Из теории известно, что рынки с олигополией, монопо-

² См.: Шваб К. Четвертая промышленная революция / пер. с англ. М.: Эксмо, 2016. С. 9–41; Руз К. Устойчивы к будущему. 9 правил для людей в эпоху машин / пер. с англ. О. Дихтер. М.: Манн, Иванов и Фербер, 2021. С. 206–222.

³ Дайджест Индустрии 4.0. Тренировка мысли и новый тип инженера / РБК Тренды [Электронный ресурс]. URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5ee259b09a794765b728c993> (дата обращения: 04.12.2021).

нией и асимметрией информации, если и устанавливают экономическое равновесие, то плохое»⁴. Три названных фактора хорошо «вписываются» в исторический путь инженерного образования с его «провальными» 1980–1990-ми гг. и частично 2000-ми гг., когда и наборы на инженерные специальности, и дидактика, и материальное положение инженерного корпуса были весьма плачевными. Это отразилось не только на общественном статусе инженера, но и, в первую очередь, на его функционале во всех сферах производства, науки и т. д. Целью исследования является выяснение мнения студентов, получающих инженерное образование, о его смыслах, осведомленности студентов о новых принципах дидактики формирования инженерного пространства нового формата.

Методология. Для реализации поставленной цели использованы междисциплинарные подходы: историко-философский, социологический, статистический и аналитический. В рамках заявленных подходов проанализированы связи интересов основных агентов, катализирующих развитие промышленной революции 4.0: государства, бизнес-структур и образовательных систем. Актуализация связей была рассмотрена с учетом двух основных традиций в дидактике инженерного образования: русской системы обучения ремеслам Д. К. Советкина и В. К. Делла-Воса и их интерпретации в американской системе инженерного образования MIT (Массачусетского технологического института). Методика их соответствия на основе аналитического подхода привела авторов к формулировке положения о том, что «формирование нового пространства инженерного образования» и форматирование «инженера нового формата» возможны в результате «поворота» образовательных практик от «инженерного труда» как «ремесла» к инженерному труду как «творчеству».

Однако для такого «поворота» необходимо изменение смыслов конкретных образовательных практик. Это прямо детерминируется представлением и пониманием этих практик основными факторами образовательных взаимодействий: преподавательским корпусом и студенческим сообществом. Для этого с 24 ноября по 10 декабря 2021 г. был проведен пилотный социологический опрос студентов, получающих инженерное образование в Сибирском федеральном университете двух институтов инженерной направленности Сибирского федерального университета, в котором приняли участие 219 студентов, из них опрос прошли 71 курсант 1–2 курсов Военного учебного центра СФУ и 148 студентов 1–2 курсов Политехнического института.

⁴ Михантьева М. Forbes: «Люди не так умны и не так честны, как нам бы хотелось» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.forbes.ru/forbes-life/448057> (дата обращения: 04.12.2021).

Обсуждение. Бизнес, потерявший доверие к качеству инженерного образования, просто отказывается брать выпускников технических вузов (кроме гибких и самообучающихся «самородков») на работу, предпочитая «формировать» своих специалистов в системе послевузовского корпоративного обучения (переобучения) [22]. Опыт (преимущественно производственный) и окружение (работа в фирмах) как специфические «структуры обучения» заменяли собой фундаментальное (вузовское) образование. «Нетехнологичность» инженерного образования стала «притчей во языцех» в большинстве исследований⁵. Сегодня, когда созданные производственные мощности мира таковы, что всего 9 % «производителей» могут прокормить 91 % населения, не производящих добавленную стоимость, статус и функционал инженера обретают новые формы и смыслы, а инженерное образование переживает своеобразный ренессанс. Не углубляясь в социологический анализ (кстати, очень скромный) происходящей «пересборки инженерного образования», развития «нового инженерного образования», «трансформации образовательного ландшафта страны в области инженерного образования», сошлемся на инициатора такой глобальной инициативы, как создание Национального центра инженерного образования (и. о. ректора Томского политехнического университета Д. Седнева). Главной ошибкой абитуриентов (при поступлении в вуз с мотивацией) является выбор вуза, а не «модели обучения», что считается первым принципом «нового инженерного образования» или его «мультимодельность». Для его реализации необходимо создать «консорциум вузов» с соответствующими наработками. Таких моделей (и в этом он безоговорочно прав) может быть множество, но «все они должны быть ориентированы на студента, его потребности и пожелания, а также на формирование ценностных профессиональных компетенций, а не на простое следование раз и навсегда определенному учебному плану»⁶. Так должен быть реализован принцип клиентоцентричности в образовании как услуге.

Если рассуждать строго, то государство (в том числе российское) всегда было «озадачено» и «озабочено» проблемой подготовки инженерных кадров. Анализ исследовательской литературы (Е. В. Штагер [9; 10], М. Ф. Галиханов, С. В. Барабанова, А. А. Кайбиянен [24], А. В. Крайсман [25], В. В. Кондратьев, М. Ф. Галиханов, П. Н. Осипов,

⁵ Образование для сложного общества «Образовательные экосистемы для общественной трансформации». Доклад Global Education Futures. «Образование для сложного мира: зачем, чему и как». Доклад о форуме Global Education Leaders' Partnership [Электронный ресурс]. URL: <https://vcht.center/wp-content/uploads/2019/06.PDF> (дата обращения: 07.10.2021).

⁶ Привалова А. Мы не хотим, чтобы наши технологии лежали на полке. Интервью с и.о. ректора ТПУ Дмитрием Седневым [Электронный ресурс]. URL: <https://rectorspeaking.ru/intervyu-s-i-o-rectora-tpu-dmitriem-sednevym/> (дата обращения: 05.10.2021).

Ф. Т. Шагеева, А. А. Кайбияйнен [26], А. И. Рудской, А. А. Александров, В. С. Литвиенко, А. И. Боровков, П. И. Романов [27] и др.) показывает, что теоретический интерес к инженерному образованию после 1990-х гг. интенсивно возрастает и в России, и за рубежом. Основным становится тезис о развитии инженерного образования на основе интеграции с наукой и производством. Очевидная «неновизна» этого тренда «извиняется» его смысловым наполнением. Смысловое наполнение нового инженерного образования стало предметом обсуждения буквально в последние 10–15 лет, что явно детерминируется его новым функционалом и, что не менее важно, новым статусом инженера как социальной единицы [23–26].

В этом варианте развития российской системы инженерного образования и становления статуса инженера весьма любопытен исторический экскурс. Дело в том, что концепция и макет ФГОС ВО [27] четвертого поколения основывался в своей разработке на исследовании (с помощью аналогии и сравнительного анализа) двух парадигмальных концептов: русской методики обучения инженеров (Д. К. Советкина и В. К. Делла-Воса) и американской модели Liberal Arts. В отношении инженерного образования было сделано заключение о том, что «предложения о замене российской системы высшего образования на американскую систему Liberal Arts для инженерного образования являются неактуальными, так как основные базовые цели и принципы построения этих систем совпадают, а имеющиеся отличия обусловлены спецификой инженерной деятельности» [28, с. 57]. Объем работы не позволяет воспроизвести детальный анализ базовых принципов этих фундаментальных концептов, но визуализация, произведенная по таблично-классификационному методу, дает возможность частично представить эволюцию синтеза обоих концептов (табл. 1). Этот синтез можно представить с помощью методов восхождения от абстрактного к конкретной и обратной диалектике [28–31].

Таблица 1

Сопоставительный анализ русской и американской систем инженерного образования (в их исторической эволюции)⁷

Основной единицей стадийного процесса обучения (от чертежей и моделей до промышленного изделия) является технологическая операция с учетом индивидуальных возможностей ученика	Основной единицей является обучающийся субъект, обучаемый по программам, смысловым наполнением которых является конвергенция инжиниринга, менеджмента и системного мышления
--	---

⁷ Кузьмичев А. Д. ЭЙДОС ТЕХНО: к вопросу о создании русской системы обучения ремеслам // Русская система обучения ремеслам. Т. 1. М.: Контроллинг и управленческие инновации: Высшая школа инженерного бизнеса, 2015. 238 с.

Три принципа русской методики обучения инженеров: – глубокая практическая подготовка, основанная на реальной работе студентов в условиях, максимально приближенных к тем, с которыми им после придется иметь дело на заводах; – серьезное изучение предметов на уровне, не уступающем преподаванию предметов в классических университетах; – постоянная взаимовыгодная связь высшей технической школы с промышленностью (XIX в. Императорское техническое училище. Д. К. Советкин, В. К. Делла-Вос)	Гуманитарные науки и онтология социально-технических систем Экономика Русский метод Системное управление и проектирование Системный подход ТРИЗ (Дж. Д. Ранкл, Джей Форрестер, MIT, 1890–1900–1950–2020 гг. В MIT гуманитарными являются 3 из 5 школ и 16 из 33 факультетов)
--	--

Сегодня эффективная технологизация невозможна без метанавыков и гуманитарного мышления. В середине XX в. дистанционное обучение, глобализация и цифровизация углубили интерес к инженерным специальностям нового поколения, соответствующим требованиям Индустрии 4.0 и VI технологического уклада. Новые навыки требовали новых технологий инженерного образования. Усиление его практико-ориентированной составляющей выступило стимулятором нового этапа интеграции инженерного образования с производственными и особенно венчурными бизнес-структурами. В последних технологических цикл занимал значительно больший объем, чем производственный цикл. Образовательные среды, сформированные на традиционных принципах, уже не соответствовали требованиям ни индустрии 4.0, ни 4-й промышленной революции, ни IV, а тем более VI технологических укладов. Модернизация и опережающее развитие учебно-материальной базы, государственно-частное партнерство, симуляционное обучение модифицировали, если не изменили качественно всю систему инженерных компетенций.

Сегодня этим компетенциям в наибольшей мере соответствуют образовательные концепты STEM и STEAM. Основными единицами этих образовательных практик (на принципиально ином качественном уровне) становятся, во-первых, решение реальных технологических задач на основе интегративного подхода, в котором наука (Science), технология (Technology), инжиниринг (Engineering) и математика (Mathematics) объединились в определенную целостную систему для развития естественных наук и инженерных специальностей. Вторым (и относительно новым) принципом STEM-образования становится проектная форма организации образовательно-на-

учной составляющей в студенческой «карьере». Однако достаточно скоро стало понятно, что новые навыки, определяемые в своем формировании не только информатизацией, технологизацией и автоматизацией, требуют от инженера как «социальной единицы» «метанавыков», в объеме которых есть и командная работа, и когнитивные способности, и системные навыки, становящиеся важнее технических. Весь объем постепенно преобразуется в «инженерное искусство» (Art). STEM преобразовался в STEAM. Переход к всеохватывающему обучению, к 3G-сетям и интеллектуальному обучению в условиях непрерывно эволюционирующей цифровизации обусловил модификации STEM/STEAM – технологии как (уже не «чисто» педагогическое) формирование индивида в качестве «самоорганизованного» и «самоопределяющегося» феномена. Все эти методики предусматривали широкое развитие гуманистических ценностей – этизации и эмоционального интеллекта, эстетических приемов и когнитивности, мобильности и креативности. Новые концепты нового инженерного обучения и нового инженерного мышления требовали принципиально иных, нетрадиционных методик обучения. Традиционная образовательная система пока не смогла ответить на эти вопросы. Традиционные педагогические практики и дидактическая составляющая пришли сегодня в очевидное противоречие с этими вызовами, а опыт и общение для фигуры инженера «встали» в один по значимости ряд с фундаментальным и профессиональным образованием.

Выяснение первоочередных практических шагов по реализации STEM и STEAM, по мнению авторов, следует начинать с выяснения уровня представленности и понимания смысла этих технологий основными акторами образовательных взаимодействий: педагогическим корпусом и студенческим сообществом. Вторым шагом будет дидактическое оформление целевых ориентиров на понимание и методическое сопровождение процесса внедрения их (технологий) в конкретные образовательные практики. Отдельные инженерные вузы уже приступили к реализации этих концептов, актуализируя их дидактику и смыслы через развитие проектного обучения, технологизацию образовательного процесса, создание в вузе собственных научно-исследовательских и производственных мощностей⁸ [28–31]. Но большинство продолжает реализовывать в своих практиках традиционные способы «обучения инженерному делу как ремеслу». В большой степени это определяется слабой представленностью смыслов новых практик. Авторы сосредоточили внимание на проблеме наличия у студенческого сообщества смыслов инженерного труда в дихотомии «ремесло или творчество»

⁸ Привалова А. Мы не хотим, чтобы наши технологии лежали на полке. Интервью с и.о. ректора ТПУ Дмитрием Седневым [Электронный ресурс]. URL: <https://rectorspeaking.ru/intervyu-s-i-o-rectora-tpu-dmitriem-sednevym/> (дата обращения: 05.10.2021).

и «знакомства» студентов с технологиями STEM и STEAM. Ниже изложим результаты пилотного опроса.

В процессе проведения опроса были заданы следующие вопросы.

Вопрос 1. По-вашему мнению, деятельность инженера больше ремесло или творчество? (рис. 1)

Военный учебный центр: ремесло – 27 студентов (38 %); творчество – 12 студентов (17 %); и то и другое – 32 студента (45 %), причем процент соотношения «ремесло/творчество» указали 25 студентов: 50/50 – 11 человек, больше 50 % – ремесло и меньше 50 % – творчество: 11 человек, меньше 50 % – ремесло и больше 50 % – творчество: 3 человека.

Политехнический институт: ремесло – 48 студентов (32,4 %); творчество – 29 студентов (19,6 %); и то и другое – 71 студент (48 %), причем процент соотношения «ремесло/творчество» указали 58 студентов: 50/50 – 19 человек, больше 50 % – ремесло и меньше 50 % – творчество: 33 человека, меньше 50 % – ремесло и больше 50 % – творчество: 6 человек.

Все опрошенные: ремесло – 75 студентов (34,3 %); творчество – 41 студент (18,7 %); и то и другое – 103 студента (47 %), причем процент соотношения «ремесло/творчество» указали 83 студента: 50/50 – 30 человек, больше 50 % – ремесло и меньше 50 % – творчество: 44 человека, меньше 50 % – ремесло и больше 50 % – творчество: 9 человек.



Рис. 1. Процентное соотношение ответов на вопрос 1 «По-вашему мнению, деятельность инженера больше ремесло или творчество?»

Вопрос 2. Знакомы ли вы с такой формой организации обучения, как STEM(STEAM)-образование? (рис. 2)

Военный учебный центр: да – 8 студентов (11,3 %); нет – 45 студентов (63,4 %); слышал, но смысла ее не представляю – 18 студентов (25,3 %).

Политехнический институт: да – 23 студента (15,5 %); нет – 109 студентов (73,7 %); слышал, но смысла ее не представляю – 16 студентов (10,8 %).

Все опрошенные: да – 31 студент (14,2 %); нет – 154 студента (70,3 %); слышал, но смысла ее не представляю – 34 студента (15,5 %).

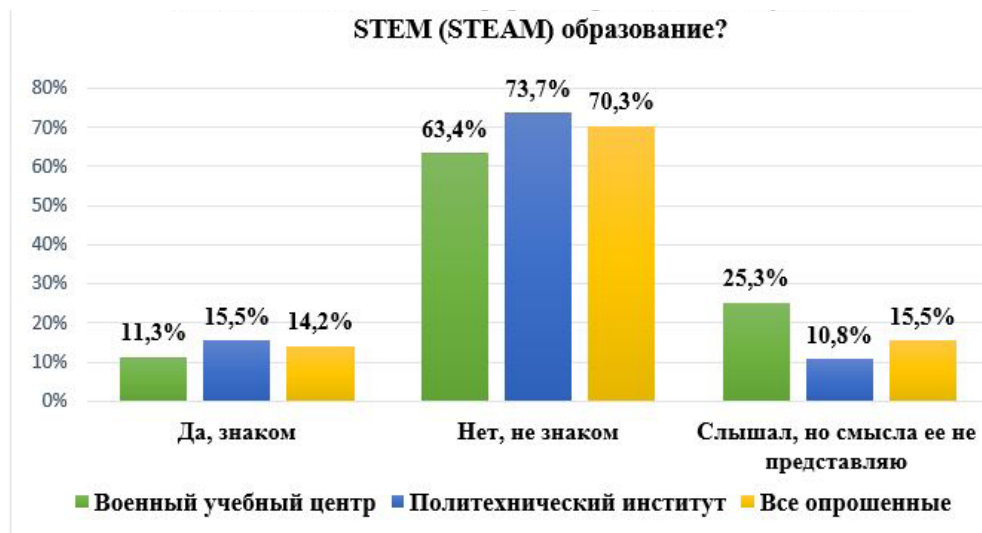


Рис. 2. Процентное соотношение ответов на вопрос 2 «Знакомы ли вы с такой формой организации обучения как STEM(STEAM)-образование?»

Вопрос 3. Вам предложили (вы сами решили) поменять специализацию... (рис. 3)

Военный учебный центр: я бы поменял и знаю, на какую – 1 студент (1,4 %); я бы поменял, но не знаю, на какую – 1 студент (1,4 %); не имею представления – 1 студент (1,4 %); не имею возможности – 0 студентов (0 %); я осознанно выбрал специализацию – 68 студентов (95,8 %).

Политехнический институт: я бы поменял и знаю, на какую – 26 студентов (17,6 %); я бы поменял, но не знаю, на какую – 25 студентов (16,9 %); не имею представления – 24 студента (16,2 %); не имею возможности – 9 студентов (6,1 %); я осознанно выбрал специализацию – 64 студента (43,2 %).

Все опрошенные: я бы поменял и знаю, на какую – 27 студентов (12,3 %); я бы поменял, но не знаю, на какую – 26 студентов (11,9 %); не имею представления – 25 студентов (11,4 %); не имею возможности – 9 студентов (4,1 %); я осознанно выбрал специализацию – 132 студента (60,3 %).

Вопрос 4. Согласны ли вы с утверждением «руки инженера без умений – это голова без знаний»? (рис. 4)

Военный учебный центр: да – 63 студента (88,7 %); нет – 5 студентов (7,0 %); и да и нет – 3 студента (4,3 %).

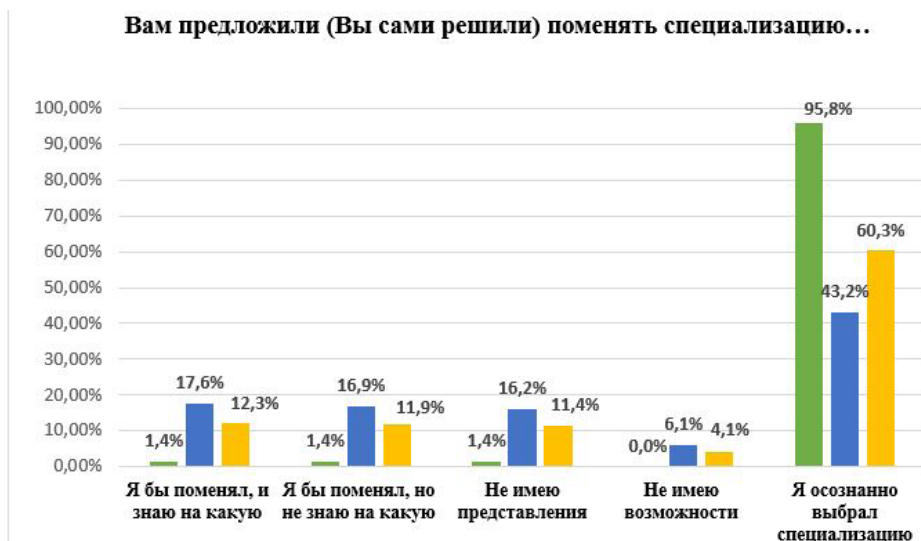


Рис. 3. Процентное соотношение ответов на вопрос 3 «Вам предложили (вы сами решили) поменять специализацию...»

Политехнический институт: да – 130 студентов (87,8 %); нет – 18 студентов (12,2 %); и да и нет – 0 студентов (0 %).

Все опрошенные: да – 193 студента (88,1 %); нет – 23 студента (10,5 %); и да и нет – 3 студента (1,4 %).



Рис. 4. Процентное соотношение ответов на вопрос 4 «Согласны ли вы с утверждением "руки инженера без умений – это голова без знаний"?»

Вопрос 5. Какие три компетенции (с вашей точки зрения) крайне необходимы для инженерной деятельности (произвольно)? Как после анализа ответов и их группировки распределились ответы, показано в таблице 2.

Таблица 2

**Компетенции, необходимые для инженерной деятельности,
с точки зрения студентов**

Необходимые компетенции для инженерной деятельности	Военный учебный центр, чел. (% от опрошен- ных)	Политех- нический институт, чел. (% от опрошен- ных)	Все опро- шенные, чел. (% от опрошен- ных)
1	2	3	4
1. Пространственное воображение, аналитическое, инженерное мышление, умение решать сложные инженерные задачи, навыки обобщения результатов, навыки проектирования, моделирования, знания стандартов, программ для моделирования и инженерных расчетов	49 (69 %)	83 (56 %)	132 (60 %)
2. Дисциплинированность, пунктуальность, усидчивость, аккуратность, усердие, трудолюбие, внимательность, рациональность, точность в выполнении поставленных задач	41 (58 %)	70 (47 %)	111 (51 %)
3. Теоретические общеинженерные и профессиональные знания по выбранной специализации	29 (41 %)	71 (48 %)	100 (46 %)
4. Изобретательность, творческий подход к решению инженерных, профессиональных задач, креативное, критическое мышление	25 (35 %)	49 (33 %)	74 (34 %)
5. Умение применять полученные знания на практике	17 (24 %)	47 (32 %)	64 (29 %)
6. Ответственность за принятие решений, выполненную работу	9 (13 %)	43 (29 %)	52 (24 %)
7. Коммуникабельность, умение адаптироваться, стрессоустойчивость, восприимчивость критики, уравновешенность	2 (3 %)	25 (17 %)	27 (12 %)

Окончание табл. 2

1	2	3	4
8. Самостоятельное принятие решений, целеустремленность, амбициозность, уверенность в себе, своих силах, умение отстаивать точку зрения, видеть новые возможности	5 (7 %)	24 (16 %)	29 (13 %)
9. Коммуникативные навыки, знание современных информационных технологий и инженерных программ	3 (4 %)	19 (13 %)	22 (10 %)
10. Совершенствование знаний и обучение в течение всей жизни	2 (3 %)	7 (5 %)	9 (4 %)
11. Соблюдение законодательств и правовых норм техники безопасности	2 (3 %)	7 (5 %)	9 (4 %)
12. Умение работать в команде, навыки взаимодействия	2 (3 %)	5 (3 %)	7 (3 %)
13. Инициативность	0 (0 %)	2 (1,4 %)	2 (1 %)

Заключение. Результаты этого небольшого исследования наглядно показывают по меньшей мере два аспекта современного инженерного образования, которые необходимо трансформировать в векторе применимости к решению задач по созданию передовых инженерных школ и развития технологического предпринимательства. Первое – применение дидактики инженерного образования в сторону формирования его новых смыслов: от «ремесла» к «инженерному искусству», от технологий как основного элемента образовательного цикла к субъекту как когнитивному агенту в системе «образование – наука – бизнес – производство». Второе – формирование нового образовательного пространства (как общего, так и инженерного; да и любого другого, именуемого профессиональным) требует специфической работы с преподавательским корпусом и студенческим сообществом. Эту работу авторы обозначили бы как «просветительскую», то есть связанную с анализом, описанием и методикой возможностей STEM и STEAM в образовательных практиках. Эта работа основана на проблемно ориентированном и проектном подходах, а также на принципах позитивной онтопедагогики, что требует от образовательного истеблишмента и менеджмента значительных усилий по изменению учебных планов и иных директивных документов. Пилотный опрос показал, что студенты, получающие инженерное образование, в подавляющем большинстве не знакомы ни с актуальными образовательными практиками, ни с навыками, которые от них требует будущая карьера.

Отказ от декламаций и призывов Минобрнауки для воплощения предлагаемых «лозунгов» в реальный образовательный процесс растет, как растет и инициатива «снизу», идущая от бизнеса и вузов. Ликвидация этого разрыва может занять годы, и это годы отставания от стратегий VI технологического уклада.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Мовсумзаде Э. М., Черноглазкин С. Ю., Пушина Л. А.** Инженерное образование – XXI: концепты гуманитаризации // Образование и общество. 2021. № 5 (130). С. 41–49. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47207193>
2. **Штагер Е. В.** Актуализация конвергентного подхода в образовательном процессе инженерного вуза // Философия образования. 2021. Т. 21, № 1. С. 7–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45332300>
3. **Горшкова О. О.** Подготовка конкурентоспособного выпускника, обладающего исследовательским потенциалом, в инновационной интегрированной среде инженерного вуза // Современные наукоемкие технологии. 2022. № 1. С. 128–132. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47920907>
4. **Штагер Е. В.** Концептуальные основы комплексного моделирования целостной системы инженерной подготовки // Инженерный вестник Дона. 2020. № 3 (63). С. 15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42851521>
5. **Горохов В. Г.** Эволюция инженерии: от простоты к сложности: монография. М.: ИФРАН, 2015. 199 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30466799>
6. **Раевская Л. Т., Карякин А. Л.** Инновационные технологии в преподавании технических дисциплин // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. С. 221. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30458024>
7. **Тарасова О. И.** Образование: между прошлым и будущим // Философия образования. 2020. Т. 20, № 4. С. 17–31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44534042>
8. **Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н.** Эволюция инженерной педагогики: основания и три измерения // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 11. С. 125–138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47296223>
9. **Штагер Е. В.** Информационно-мировоззренческий аспект дисциплинарной конвергенции инженерного вуза // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 5. С. 232–237. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42918787>
10. **Штагер Е. В.** Педагогический дизайн обучающего ресурса инженерного вуза (системный подход) // Философия образования. 2021. Т. 21, № 3. С. 46–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46643937>
11. **Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н.** Межпредметность как вектор развития инженерного образования // Управление устойчивым развитием. 2020. № 5 (30). С. 85–93. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44630029>
12. **Черных С. И., Борисенко И. Г.** Smart-технологии: перспективы и реальность // Философия образования. 2015. № 6 (63). С. 59–66. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=25447718>
13. **Zafoschnig A.** The Development of the new ING. PAED.IGIP Curriculum into an Umbrella for Modularised National and Regional Engineering Education Curricula // International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP). 2014. Vol. 4, no. 1. P. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v4i1.3244>
14. **Чучалин А. И.** Адаптация the Core CDIO Standards 3.0 к высшему STEM-образованию // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 2. С. 9–21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744728>

15. **Бондарева Л. В., Потемкина Т. В., Саулембекова Г. С.** Влияние «мягких» навыков на готовность к самостоятельному трудоустройству: опыт самооценки будущих инженеров // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 12. С. 59–74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47417834>
16. **Borrego M., Henderson C.** Increasing the Use of Evidence-Based Teaching in STEM Higher Education: A Comparison of Eight Change Strategies. *Journal of Engineering Education*. 2014. Vol. 103, no. 2. P. 220–252. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20040>
17. **Love Stowell S. M., Churchill A. S., Hund A. K.** et al. Transforming Graduate Training in STEM Education. *Bulletin of the Ecological Society of America*. 2015. Vol. 96, no. 2. P. 317–323. DOI: <https://doi.org/10.1890/0012-9623-96.2.317>
18. **Türk N., Kalayci N., Yamac H.** New Trends in Higher Education in the Globalizing World: STEM in Teacher Education. *Universal Journal of Educational Research*. 2018. Vol. 6, no. 6. P. 1286–1304. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060620>
19. **Crawley E., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D.** Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach. 1st ed. N. Y., USA: Springer-Verlag 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-38290-6>
20. **Crawley E. F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D., Edström K.** Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach. 2nd ed., Springer International Publishing, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
21. **Кондратьев В. В., Галиханов М. Ф., Шагеева Ф. Т., Осипов П. Н., Овсиенко Л. В.** Региональное развитие: новые вызовы для инженерного образования (обзор конференции) // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 12. С. 111–132. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47417839>
22. **Данилаев Д. П., Маливанов Н. Н.** Эволюция инженерной педагогики: основания и три измерения // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 11. С. 125–138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47296223>
23. **Ло Д.** Технология и гетерогенная инженерия: случай португальской экспансии // Логос. 2018. Т. 28, № 5. С. 169–202. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36300964>
24. **Галиханов М. Ф., Барабанова С. В., Кайбияйнен А. А.** Основные тренды инженерного образования: шесть лет международной сетевой конференции «Синергия» // Высшее образование в России. 2020. Т. 30, № 1. С. 101–114. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44609919>
25. **Барабанова С. В., Кайбияйнен А. А., Крайсман А. В.** Цифровизация инженерного образования в глобальном контексте (обзор международных конференций) // Высшее образование в России. 2019. Т. 28, № 1. С. 91–103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36826103>
26. **Кондратьев В. В., Галиханов М. Ф., Осипов П. Н., Шагеева Ф. Т., Кайбияйнен А. А.** Инженерное образование: трансформация для индустрии 4.0 (обзор конференций) // Высшее образование в России. 2019. Т. 28, № 12. С. 105–122. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41551373>
27. **Рудской А. И., Александров А. А., Литвиенко В. С., Боровков А. И., Кормунов С. В., Романов П. И.** Инженерное образование: концепция и макет ФГОС ВО четвертого поколения. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. 98 с. DOI: <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/i20-227>
28. **Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И.** Актуален ли перевод российского инженерного образования на американскую систему Liberal Arts? // Высшее образование в России. 2021. Т. 30, № 6. С. 47–59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46224021>
29. **Беккер Дж.** Что такое образование по модели свободных наук и искусств... и чем оно не является // Свободные науки и искусства на современном этапе: опыт США и Европы в контексте российского образования / под ред. Дж. Беккера, Ф. В. Федчина. СПб.: СПбГУ, 2014. С. 12–40.

30. Рудской А. И., Боровков А. И., Романов П. И. Инженерное развитие: опыт и перспективы развития в России: монография. СПб: Санкт-Петербургский политехнический ун-т Петра Великого, 2018. 224 с. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41743549>
31. Яминский А. В. «Русский метод» в подготовке современной инженерной элиты // Наука и образование: Научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2014. № S2. С. 1–16. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22655156>

REFERENCES

1. Movsumzade E. M., Chernoglazkin S. Yu., Pushina L. A. Engineering education – XXI: concepts of humanization. *Education and Society*, 2021, no. 5 (130), pp. 41–49. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47207193> (In Russian)
2. Shtager E. V. Actualization of the convergent approach in the educational process of an engineering university. *Philosophy of Education*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 7–22. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=45332300> (In Russian)
3. Gorshkova O. O. Preparation of a competitive graduate with research potential in an innovative integrated environment of an engineering university. *Modern High Technologies*, 2022, no. 1, pp. 128–132. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47920907> (In Russian)
4. Shtager E. V. Conceptual foundations of complex modeling of an integral system of engineering training. *Engineering Bulletin of the Don*, 2020, no. 3 (63), p. 15. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42851521> (In Russian)
5. Gorokhov V. G. *Engineering evolution: from simplicity to complexity: monograph*. Moscow: IFRAN Publ., 2015, 199 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30466799> (In Russian)
6. Raevskaya L. T., Karyakin A. L. Innovative technologies in teaching technical disciplines. *Modern Problems of Science and Education*, 2017, no. 5, pp. 221. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30458024> (In Russian)
7. Tarasova O. I. Education: between the past and the future. *Philosophy of Education*, 2020, vol. 20, no. 4, pp. 17–31. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44534042> (In Russian)
8. Danilaev D. P., Malivanov N. N. Evolution of engineering pedagogy: foundations and three dimensions. *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 11, pp. 125–138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47296223> (In Russian)
9. Shtager E. V. Information and world outlook aspect of disciplinary convergence of an engineering university. *Modern Science-intensive Technologies*, 2020, no. 5, pp. 232–237. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42918787> (In Russian)
10. Stager E. V. Pedagogical design of the teaching resource of an engineering university (system approach). *Philosophy of Education*, 2021, vol. 21, no. 3, pp. 46–56. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46643937> (In Russian)
11. Danilaev D. P., Malivanov N. N. Intersubjectivity as a vector of development of engineering education. *Management of Sustainable Development*, 2020, no. 5 (30), pp. 85–93. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44630029> (In Russian)
12. Chernykh S. I., Borisenko I. G. Smart technologies: prospects and reality. *Philosophy of Education*, 2015, no. 6 (63), pp. 59–66. DOI: 10.15372/PHE20150606; URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25447718> (In Russian)
13. Zafoschnig A. The Development of the new ING. PAED.IGIP Curriculum into an Umbrella for Modularised National and Regional Engineering Education Curricula. *International Journal of Engineering Pedagogy (ijEP)*, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 32–36. DOI: <https://doi.org/10.3991/ijep.v4i1.3244>
14. Chuchalin A. I. Adaptation of the Core CDIO Standards 3.0 to STEM Higher Education. *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 2, pp. 9–21. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44744728> (In Russian)

15. Bondareva L. V., Potemkina T. V., Saulembekova G. S. Influence of "soft" skills on readiness for self-employment: experience of self-assessment of future engineers. *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 12, pp. 59–74. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47417834> (In Russian)
16. Borrego M., Henderson C. Increasing the Use of Evidence-Based Teaching in STEM Higher Education: A Comparison of Eight Change Strategies. *Journal of Engineering Education*, 2014, vol. 103, no. 2, pp. 220–252. DOI: <https://doi.org/10.1002/jee.20040>
17. Love Stowell S. M., Churchill A. S., Hund A. K. et al. Transforming Graduate Training in STEM Education. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 2015, vol. 96, no. 2, pp. 317–323. DOI: <https://doi.org/10.1890/0012-9623-96.2.317>
18. Türk N., Kalayci N., Yamak H. New Trends in Higher Education in the Globalizing World: STEM in Teacher Education. *Universal Journal of Educational Research*, 2018, vol. 6, no. 6, pp. 1286–1304. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060620>
19. Crawley E., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D. *Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach*. 1st ed., Springer-Verlag, New York, USA, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-38290-6>
20. Crawley E. F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur D., Edström K. *Rethinking Engineering Education – The CDIO Approach*. 2nd ed., Springer International Publishing, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05561-9>
21. Kondratiev V. V., Galikhanov M. F., Shageeva F. T., Osipov P. N., Ovsienko L. V. Regional development: new challenges for engineering education (conference review). *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 12, pp. 111–132. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47417839> (In Russian)
22. Danilaev D. P., Malivanov N. N. Evolution of engineering pedagogy: foundations and three dimensions. *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 11, pp. 125–138. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=47296223> (In Russian)
23. Law J. Technology and heterogeneous engineering: the case of the Portuguese expansion. *Logos*, 2018, vol. 28, no. 5, pp. 169–202. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36300964> (In Russian)
24. Galikhanov M. F., Barabanova S. V., Kaibiayanen A. A. Main trends in engineering education: six years of the international network conference "Synergy". *Higher Education in Russia*, 2020, vol. 30, no. 1, pp. 101–114. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44609919> (In Russian)
25. Barabanova S. V., Kaibiainen A. A., Kraisman A. V. Digitalization of engineering education in the global context (review of international conferences). *Higher Education in Russia*, 2019, vol. 28, no. 1, pp. 91–103. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36826103> (In Russian)
26. Kondratiev V. V., Galikhanov M. F., Osipov P. N., Shageeva F. T., Kaibiainen A. A. Engineering education: transformation for industry 4.0 (review of conferences). *Higher Education in Russia*, 2019, vol. 28, no. 12, pp. 105–122. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41551373> (In Russian)
27. Rudskoi A. I., Aleksandrov A. A., Litvienko V. S., Borovkov A. I., Kormunov S. V., Romanov P. I. *Engineering education: the concept and layout of the fourth generation of the Federal State Educational Standard of Higher Education*. St. Petersburg: Publishing house of Politechn. Univ., 2020, 9 p. DOI: <https://doi.org/10.18720/SPBPU/2/i20-227> (In Russian)
28. Rudskoy A. I., Borovkov A. I., Romanov P. I. Is the transfer of Russian engineering education to the American system of Liberal Arts relevant? *Higher Education in Russia*, 2021, vol. 30, no. 6, pp. 47–59. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46224021> (In Russian)
29. Becker J. *What is education according to the model of free sciences and arts... and what is not. Free sciences and arts at the present stage: US and European experience in the context of Russian education*. Ed. by J. Becker, F. V. Fedchin. St. Petersburg: St. Petersburg State University, 2014, pp. 12–40. (In Russian)

30. Rudskoy A. I., Borovkov A. I., Romanov P. I. *Engineering development: experience and development prospects in Russia*: a monograph. St. Petersburg: Publishing House of the Polytechnic University, 2018, 224 p. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41743549> (In Russian)
31. Yaminsky A. V. "Russian method" in the training of modern engineering elite. *Science and education: Scientific edition of MSTU named after N. E. Bauman*, 2014, no. S2, pp. 1–16. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22655156> (In Russian)

Информация об авторах

С. И. Черных, доктор философских наук, доцент, заведующий кафедрой истории и философии, Новосибирский государственный аграрный университет, 2560380@ngs.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6644-8295> (630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160).

И. Г. Борисенко, кандидат философских наук, доцент, доцент кафедры прикладной механики Политехнического института, Сибирский федеральный университет, i.g.borisenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9751-4849> (660041, Красноярск, пр. Свободный, 79).

Information about the authors

Sergey I. Chernykh, Doctor of Philosophical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of History and Philosophy, Novosibirsk State Agrarian University, 2560380@ngs.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6644-8295> (160, str. Dobrolyubov, 630039, Novosibirsk).

Irina G. Borisenko, Candidate of Philosophical Sciences, Associate Professor of Department of Applied Mechanics of Polytechnic Institute, Siberian Federal University, i.g.borisenko@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9751-4849> (79, Svobodny Ave, 660041, Krasnoyarsk).

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи к публикации.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the article for publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Поступила: 07.02.2022

Received: February 07, 2022

Одобрена после рецензирования: 15.03.2022

Approved after review: March 15, 2022

Принята редакцией: 10.04.2022

Accepted for publication: April 10, 2022