

Актуальные вызовы и кадровые вопросы в реализации инженерно-технологического обучения школьников в России и за рубежом

Current challenges and staffing issues in the implementation of engineering and technological education for schoolchildren in Russia and abroad

УДК 372.83:004.9

DOI: 10.12737/2500-3305-2025-10-6-110-119

Борисов В.Ю.

Старший преподаватель факультета начального образования Института детства, ФГБОУ ВО «Московский педагогический государственный университет», г. Москва
e-mail: vyu.borisov@mpgu.su

Borisov V.Yu.

Senior Lecturer, Department of Elementary Education Institute of Childhood, Moscow State Pedagogical University, Moscow
e-mail: vyu.borisov@mpgu.su

Аннотация

Статья посвящена комплексному анализу актуальных вызовов и кадровых проблем в реализации инженерно-технологического обучения школьников в Российской Федерации и за рубежом. Рассмотрены государственные стратегические вызовы, выявлен весомый дефицит педагогических кадров и системные компетентностные дефициты педагогов в области проектной деятельности инженерно-технологической направленности, слабая разработанность методик формирования инженерного мышления, интеграции содержания предметов в контексте STEM/STEAM-образования, владения технологиями цифрового моделирования. Проведен сравнительный анализ содержания нормативных документов общего образования и образовательных программ высшего и среднего профессионального педагогического образования, демонстрирующий существенный разрыв между требованиями к выпускникам школ и готовностью педагогов обеспечивать эти требования. Рассмотрены методологические и дидактические вызовы, связанные с необходимостью интеграции современных инженерных концепций и реализации междисциплинарного подхода. Представлен компаративистский анализ российской и зарубежной систем подготовки педагогов к реализации инженерно-технологического обучения на примере США и Европейского союза. Научная новизна исследования заключается в комплексном междисциплинарном подходе к анализу проблемы подготовки педагогических кадров для инженерно-технологического обучения, интегрирующем государственную образовательную политику, кадровую ситуацию, содержание профессионального образования и международный опыт. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании образовательных программ подготовки учителей начальных классов, разработке профессиональных стандартов и государственных программ развития педагогического образования. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации (тема № 125101711745-9 («Трансформация

подготовки педагогических кадров для обеспечения реализации инженерно-технологического обучения школьников по программам общего и дополнительного образования в условиях современных вызовов»)).

Ключевые слова: инженерно-технологическое обучение, ИТО, подготовка педагогических кадров, компетентностные дефициты, STEAM-образование, инженерное мышление, начальное общее образование.

Abstract

This article presents a comprehensive analysis of current challenges and staffing issues in the implementation of engineering and technological education for schoolchildren in the Russian Federation and abroad. The study examines state-level strategic challenges and reveals a significant shortage of pedagogical personnel, as well as systemic competency gaps among educators in project-based engineering and technological activities, insufficient development of methodologies for fostering engineering thinking, integration of subject content within STEM/STEAM education frameworks, and limited mastery of digital modeling technologies. A comparative analysis of regulatory documents in general education and educational programs in higher and secondary professional teacher education demonstrates a substantial gap between requirements for school graduates and teachers' readiness to meet these requirements. The article addresses methodological and didactic challenges related to the necessity of integrating contemporary engineering concepts and implementing an interdisciplinary approach. A comparative analysis is presented examining Russian and foreign systems of teacher preparation for engineering and technological education, using the United States and European Union as examples. The scientific novelty of the research lies in its comprehensive interdisciplinary approach to analyzing the problem of preparing pedagogical personnel for engineering and technological education, integrating state educational policy, workforce situation, professional education content, and international experience. The research findings can be utilized in designing educational programs for primary school teacher preparation, developing professional standards, and formulating state programs for pedagogical education development. This work was conducted as part of a state assignment from the Ministry of Education of the Russian Federation (Project No. 125101711745-9: "Transformation of Pedagogical Personnel Training to Ensure Implementation of Engineering and Technological Education for Schoolchildren in General and Additional Education Programs under Contemporary Challenges").

Keywords: engineering and technological education, ETE, teacher training, competency gaps, STEAM education, engineering thinking, primary general education.

Введение

Трансформация подготовки педагогических кадров обусловлена масштабными государственными инициативами, направленными на обеспечение технологического суверенитета России. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [6] на государственном уровне закрепляет необходимость фундаментальных изменений в подготовке учителей, способных реализовывать инженерно-технологическое обучение на современном уровне. Указ о национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 г. и на перспективу до 2036 г., утвержденный от 7 июля 2024 г. за номером 309 [7], определяет инженерно-технологическое образование школьников как критически важное направление для достижения глобального лидерства отечественной науки и технологий.

Федеральная основная образовательная программа начального общего образования (ФОП НОО, 2023 г.) и обновленный Федеральный государственный образовательный стандарт начального общего образования (Приказ Минпросвещения России от 31 мая 2021 г. № 286) [1] существенно расширяют требования к содержанию предметов «Труд (технология)» [8], «Окружающий мир», «Математика» и «Изобразительное искусство», включая компоненты

инженерного мышления, конструкторской деятельности, цифрового моделирования и проектных технологий. Вместе с тем проект Профессионального стандарта педагога (2021 г.) и проект Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования четвертого поколения (ФГОС ВО 4) [3] закладывают новые компетенции учителей, связанные с реализацией инженерно-технологических образовательных траекторий с упором на информационно-коммуникационные технологии. Однако действующие программы подготовки педагогических кадров не обеспечивают формирование данных компетенций в полной мере.

Для единого терминологического понимания аксиологической основы данного исследования определим ключевые дефиниции понятий «инженерно-технологическое обучение» и «инженерное мышление».

Инженерно-технологическое обучение (ИТО) младших школьников – это специально организованный учебный процесс на основе интеграции в учебные предметы начальной школы технических и естественно-научных знаний, направленный на освоение этих знаний и базовых технологий обучающимися, получение первичного опыта проектно-конструкторской деятельности и формирование инженерного мышления. Результатом ИТО является продукт (проект, изделие). Специальная организация учебного процесса ИТО на большинстве предметов начальной школы подразумевает создание условий успешной реализации школьного проекта. В понятие «технология» входят также и информационно-коммуникативные технологии (ИКТ). Учебные предметы начальной школы, дающие базу ИТО – это математика, труд (технология), окружающий мир и изобразительное искусство в части формирования проектно-графических и архитектурных знаний и умений.

Под термином «**инженерное мышление**» понимается способность младшего школьника системно решать практические задачи через моделирование, конструирование и проектирование. В Концепции развития инженерного образования на территории Амурской области, утвержденной распоряжением правительства от 17 апреля 2019 г. N 70-р, отмечено, что «основой инженерного мышления являются высокоразвитое творческое воображение, многократное системное творческое осмысление знаний, владение методологией технического творчества, позволяющей сознательно управлять процессом генерирования новых идей» [4], что отражает широкий потенциал инженерного мышления и роль творчества в его развитии (STEAM-подход).

Таким образом, ИТО младших школьников направлено на:

- 1) формирование инженерного мышления как способности видеть проблему, определять результат, ставить задачу, находить нестандартные решения;
- 2) развитие базовых компетенций в области конструирования, моделирования, проектирования;
- 3) приобретение первичного опыта работы с техническими устройствами и цифровыми технологиями;
- 4) развитие способности применять знания из различных предметов (математики, естествознания, информатики, технологии) для решения практических задач.

Начальное общее образование является первой ступенью выявления и развития инженерных талантов для технологического будущего России. Согласно исследованию А.С. Чиганова и А.С. Грачева, «подготовку инженерных кадров необходимо осуществлять со школьной скамьи», поскольку «инженерное мышление направлено на обеспечение деятельности с техническими объектами» и характеризуется следующими признаками: «политехническое, конструктивное, практико-ориентированное» [9, с.31].

Кадровый дефицит и компетентностные дефициты

Острейшим вызовом современной педагогической системы является критический дефицит педагогических кадров, особенно в предметных областях, базовых для инженерно-технологического обучения. Согласно официальным данным Министерства просвещения

Российской Федерации, в 2024 г. нехватка учителей начальных классов составляла около 100 тыс. чел., преподавателей математики — 73 тыс., учителей иностранных языков — 59 тыс. чел. Председатель Всероссийского общества защиты прав потребителей образовательных услуг «Российским гражданам — достойное образование» В. Панин констатировал, что «особенно остро ощущается нехватка преподавателей технических дисциплин — математики и физики» [2].

Анализ состояния подготовки педагогических кадров выявляет системные компетентностные дефициты, препятствующие реализации инженерно-технологического обучения. Исследования показывают, что учителя начальных классов, выпускающиеся по направлению подготовки 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Начальное образование», имеют крайне малую и недостаточную специализированную подготовку в области инженерно-технологического образования, конструкторской деятельности, робототехники, 3D-моделирования, САПР и CAD-технологий и работы с цифровыми образовательными средами инженерного профиля. Аналогичная ситуация характеризует и программы среднего профессионального образования (СПО) в педагогических колледжах, где будущие учителя начальных классов практически не изучают дисциплины, формирующие готовность к системной реализации инженерно-технологического компонента обучения.

Выявленные компетентностные дефициты педагогов охватывают следующие критические области: неспособность организовывать проектную деятельность инженерно-технологической направленности; отсутствие навыков работы с конструкторскими средами (LEGO Education, Arduino, Raspberry Pi и пр.); недостаточное владение методиками формирования инженерного мышления школьников; неготовность интегрировать содержание предметов «Труд (Технология)», «Математика», «Окружающий мир», «Изобразительное искусство» в контексте STEM/STEAM-образования (Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics); слабое владение технологиями цифрового моделирования, включая САПР и CAD/CAE/CAM-системами, а также виртуальную или дополненную реальность (VR/AR).

Разрыв между требованиями образовательных стандартов и содержанием педагогической подготовки

Сравнительный анализ нормативных документов общего образования и образовательных программ высшего и среднего профессионального педагогического образования демонстрирует существенный разрыв между требованиями, предъявляемыми к выпускникам школ, и готовностью педагогов обеспечивать эти требования. Федеральная государственная образовательная программа начального общего образования (ФГОС НОО, 2023 г.) предусматривает, что младшие школьники должны овладевать конструированием и моделированием из различных материалов, основами алгоритмизации и программирования, элементами инженерного проектирования, работой с цифровыми инструментами создания объектов [1]. Однако действующие образовательные стандарты подготовки педагогов (ФГОС ВО 3++ по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование», утвержденный приказом от 22 февраля 2018 г. № 121), не включают обязательных компетенций, связанных с инженерно-технологическим обучением.

Учебные планы программ бакалавриата и базового высшего образования педагогических вузов по направлению 44.00.00 «Образование и педагогические науки» фактически не содержат дисциплин, формирующих инженерно-технологические компетенции учителей. ИТО-компетенция учителя имеет решающее значение в образовании школьников. Исследователи отмечают, что «педагогический вуз является первой ступенью в подготовке учителя, умеющего развивать и поддерживать мотивацию к техническому творчеству школьников» [9, с. 31]. Анализ учебных планов Московского педагогического государственного университета по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование», профиль «Начальное образование», показывает

отсутствие дисциплин, посвященных робототехнике, конструированию, цифровому моделированию, проектированию образовательной среды инженерно-технологической направленности, методикам формирования инженерного мышления младших школьников. Традиционная дисциплина «Методика преподавания технологии в начальной школе» сохраняет преимущественно ориентацию на художественно-прикладное творчество, дизайн, работу с бумагой, тканью, природными материалами, оставляя за рамками современные инженерно-технологические практики.

Дефицит материально-технической базы и цифровизации педагогического образования

Реализация инженерно-технологического обучения школьников невозможна без соответствующей материально-технической инфраструктуры, включающей специализированные лаборатории, мастерские, оборудованные конструкторскими наборами, станками с числовым программным управлением (ЧПУ), 3D-принтерами, комплектами робототехники, программным обеспечением для инженерного моделирования. Однако исследования демонстрируют, что педагогические вузы и колледжи существенно отстают от технических университетов по уровню оснащенности подобным оборудованием. Для сравнения: технические вузы (например, Южно-Уральский государственный университет), участвовавших в федеральном проекте «5-100» (в 2021 г. Счетная палата РФ констатировала провал проекта, поскольку ни один университет, участвовавший в проекте, не пробился в первую сотню мировых рейтингов), имеют дорогое высокотехнологичное оборудование, в то время как педагогические вузы располагают более скромными ресурсами для подготовки будущих учителей к реализации инженерно-технологического обучения. Министерство просвещения РФ много делает для реализации в педагогических вузах кванториумов и технопарков универсальных педагогических компетенций, что компенсирует недостаток материально-технической базы для ИТО-подготовки учителей.

Цифровая трансформация образования предъявляет новые требования к педагогам, включая владение цифровыми инструментами обучения, виртуальными и дополненными реальностями, системами электронного управления обучением (LMS), платформами для совместной работы и проектной деятельности. Вместе с тем, как отмечают исследователи, «в эпоху цифровизации образования ключевые компетенции учителя становятся как никогда важными, поскольку позволяют ориентироваться в меняющемся образовательном ландшафте и предоставлять своим ученикам более высококачественное образование» [5, с. 39]. Система педагогического образования испытывает трудности в формировании у будущих учителей начальных классов универсальных цифровых компетенций, необходимых для проектирования и реализации инженерно-технологического обучения в условиях цифровой трансформации.

Методологические и дидактические вызовы

Внедрение инженерно-технологического обучения требует пересмотра традиционных методологических подходов педагогического образования и трансформации системы подготовки педагогических кадров. Анализ педагогических исследований показывает необходимость интеграции в подготовку учителей начальных классов таких современных методологических концепций, как CDIO (Conceive-Design-Implement-Operate) — международная образовательная инициатива реформирования инженерного образования, предполагающая обучение через весь жизненный цикл создания проектов и инженерных систем. Стандарты CDIO включают 12 принципов, обеспечивающих практико-ориентированный характер обучения, тесную связь с реальными инженерными задачами и активное применение проектной деятельности. CDIO-подготовка учителей начальных классов отвечает целям ИТО в начальной школе, когда выпускник должен уметь придумать новый продукт или новую инженерно-техническую идею,

осуществить все конструкторские работы по ее воплощению (или давать нужные указания тем, кто будет этим заниматься), внедрить в производство то, что получилось.

Реализация ИТО, как аналога STEM/STEAM-образования в начальном образовании, предполагает междисциплинарную интеграцию содержания, проблемно-ориентированное обучение, развитие креативности и критического мышления. Однако подготовка педагогов традиционно строится на предметной дифференциации, что затрудняет формирование у будущих учителей готовности к реализации интегрированных образовательных программ инженерно-технологической направленности. Дидактические системы педагогического образования ориентированы преимущественно на трансляцию знаний и формирование предметных умений, в то время как инженерно-технологическое обучение требует применения активных методов практикоориентированного обучения, проблемно-поисковых технологий, проектной и исследовательской деятельности и контекстного обучения.

Выявление инженерно-технологических способностей школьников и ранняя профориентация

Определение ИТО-способностей младших школьников арсеналом психолого-педагогических тестов не может гарантировать абсолютно достоверные и релевантные показатели в виду возрастных особенностей развития ребенка в 7–10 лет. Педагогика исходит из того, что косвенно способности человека проявляются в деятельности. Успех ребенка в разных видах деятельности свидетельствует о его специализированных способностях к этому виду деятельности.

Следовательно, успешное освоение ИТО в начальной школе ребенком может говорить о наличии специальных ИТО-способностей и инженерного мышления у школьника. Выявление таких успешных детей в процессе ИТО и своевременное направление их в систему дополнительного образования – это путь к ранней профориентации и формирование будущего инженерного кадрового резерва страны. От профессиональных инженеров и технологов к суверенному технологическому будущему страны – такова роль ИТО в начальной школе.

Реализация ИТО на уроках в начальных классах может быть адаптировано представлена через тезис «спланировал – сделал», где «спланировал» (инженер) подразумевает проект, идею, мечту, план, а «сделал» (технолог) то, как школьник реализовал, запустил в производство, воплотил в жизнь проект или изделие. В рамках содержания учебных предметов всегда есть вариативная тема на задание «спланировал – сделал». Такой подход к ИТО можно реализовать на любых учебных предметах начальной школы.

Например, на уроках русского языка это сочинения – спланировал сюжет, изложил по схеме (обучающийся заранее осваивает план-схему сочинения «завязка, сюжет, развязка»), а в итоге готовая работа-проект. Идея ИТО в начальной школе, выраженная через проектирование и реализацию этого проекта, предполагает взаимодействие нескольких учебных предметов или одного предмета и внеурочной деятельности, и должно быть организовано таким образом, чтобы быть доступным для восприятия и понимания детьми 7–10 лет в условиях начальной школы.

Демографические и социально-экономические факторы

Демографические изменения создают дополнительные вызовы для системы педагогического образования. Прогнозируется, что после 2025 г. количество учащихся начальных классов будет снижаться, в то время как число обучающихся в 8-11 классах к 2032 г. возрастет с 4,8 до 5,5 млн чел. Это требует гибкой перестройки системы подготовки педагогических кадров с учетом изменяющихся потребностей системы образования и социально-экономических факторов. Одновременно система СПО проходит масштабную трансформацию в рамках федерального проекта «Профессионалитет», предполагающего, что к 2030 г. проект охватит 100% профессиональных образовательных организаций, а его партнерами станут не менее

4 тыс. предприятий. Реализация практико-ориентированной модели подготовки учителей начальных классов в СПО требует от педагогических колледжей существенного обновления содержания и технологий подготовки [10].

Социально-экономические факторы, включая региональную дифференциацию оплаты труда педагогов (от 20–40 тыс. руб. в отдельных субъектах Российской Федерации до 70–130 тыс. руб. в Москве), высокую текучесть молодых кадров (60–70% среди учителей начальных классов в ряде московских школах), чрезмерную бюрократическую нагрузку, усугубляют проблему дефицита квалифицированных педагогов, готовых к реализации инновационных направлений обучения, включая инженерно-технологическое образование. Эксперты отмечают, что «получение среднего профессионального образования в стране стало престижным и востребованным», однако престиж педагогической профессии остается недостаточным для привлечения талантливой молодежи, обладающей компетенциями в области инженерии, технологий, цифровых систем [2; 10].

Международный контекст и компаративистский анализ

Сравнительный анализ состояния педагогического образования в контексте инженерно-технологического обучения в России, Европейском союзе и США демонстрирует существенное отставание отечественной системы подготовки педагогических кадров. В странах Европейского союза реализуется Digital Education Action Plan (2021–2027) [11], предусматривающий масштабные инвестиции в цифровую трансформацию образования, включая подготовку педагогов к реализации STEM/STEAM-образования. Программа Erasmus+ объединяет более 100 университетов (2014–2020), European Universities Initiative планирует к 2025 г. создать 60 европейских университетов, реализующих совместные инновационные образовательные программы, включая подготовку педагогов инженерно-технологического профиля.

В США действуют программные документы Federal Strategic Plan for STEM Education (2024) [12] и CHIPS and Science Act (2022), которые определяют приоритеты государственной политики в области STEM-образования, включая специализированную подготовку учителей. Next Generation Science Standards (NGSS) [13] устанавливают требования к интеграции инженерных практик в школьное образование с детского сада, что обеспечивается системной подготовкой педагогов через специализированные программы педагогических университетов, включающие Engineering Design Process, Engineering Habits of Mind, методики реализации STEM-клубов, maker spaces, after-school programs.

Российская система педагогического образования не имеет сопоставимых по масштабу и системности программ подготовки учителей начальных классов к реализации инженерно-технологического обучения, что создает риски отставания в глобальной конкуренции за качество человеческого капитала и технологический суверенитет.

Сравнительный анализ подготовки педагогов к реализации инженерно-технологического обучения в России и за рубежом

Критерий	Россия	США	Европейский союз
Стратегические документы по реализации ИТО (STEM/STEAM) в разных странах	Фрагментарные инициативы и единичные образовательные проекты. Указ № 145 о научно-технологическом развитии РФ (2024), проект ФГОС ВО 4, ФГОС НОО (2021), обновление содержания учебного предмета «Труд (технология)» (2024)	Системная реализация в 45 штатах. Federal Strategic Plan for STEM Education (2024), CHIPS and Science Act (2022), Next Generation Science Standards (NGSS) с интеграцией инженерии с К-12 (дошкольное образование, детский сад)	Системные и долгосрочные ИТО-проекты. Digital Education Action Plan (2021-2027), European Skills Agenda, European Digital Competence Framework (DigComp 2.2)
Подготовка педагогов к ИТО	Отсутствие системных программ, направленных на ИТО в педагогических вузах и СПО; крайне мало учебных дисциплин с ИТО-тематикой; дисциплина «Методика преподавания технологии» ориентирована на ручной труд, дизайн-моделирование и проектирование	Специализированные программы Engineering Design Process, Engineering Habits of Mind	Подготовка в рамках European Universities Initiative (60 университетов к 2025 г.)
Материально-техническая база и финансирование	Кванториумы, технопарки в педагогических вузах. Фрагментарные и недолгосрочные финансовые инициативы	Maker spaces, STEM-labs, after-school programs. Целевое бюджетное финансирование CHIPS and Science Act (2022)	Программа Erasmus+, цифровая инфраструктура. Целевые бюджеты стран Европейского союза

Таблица систематизирует результаты компаративистского анализа и демонстрирует заметное отставание отечественной системы подготовки педагогических кадров к ИТО школьников от США и стран Европейского союза по ключевым критериям.

Результаты исследования

Таким образом, актуальные вызовы и кадровые вопросы в реализации инженерно-технологического обучения школьников представляются следующими дефицитами:

1. Кадровый кризис. Острый дефицит педагогических кадров, региональная дифференциация зарплат. Текучесть молодых специалистов.

2. Компетентностные разрывы. Определены пять критических дефицитов: проектная деятельность ИТО, конструкторские среды, методики формирования инженерного мышления, интеграция STEM/STEAM-образования в учебные предметы, цифровое моделирование и ИКТ-компетентность. Дефициты выявлены в большинстве анализируемых программ подготовки педагогических кадров для начального общего образования.

3. Структурный разрыв. ФГОС НОО (2023) требует ИТО-ориентации в содержании и образовательных результатах, ФГОС ВО 3++ не содержит соответствующих компетенций для реализации учителями в школе ИТО, учебные планы педагогических вузов не включают необходимых дисциплин для формирования ИТО-компетенции.

4. Методологические барьеры. Традиционная подготовка учителей начальных классов предметно-ориентирована, требуемый инженерно-технологический подход требует интеграции ИТО в большинство учебных дисциплин, недостаточно материально-технической базы для ИТО-подготовки учителей.

5. Международный контекст. В зарубежных практиках существует развитая система подготовки кадров к реализации ИТО в школе. США – Federal Strategic Plan 2024; NGSS в 45 штатах, Европейский союз – Digital Education Action Plan и Erasmus+ объединяет свыше 100 вузов, однако Россия отстает по масштабности и системности реализации программ ИТО-подготовки педагогических кадров.

Выявленные компетентностные дефициты могут служить основой для разработки новых курсов. Результаты релевантны для перспектив обновления Профстандарта педагога (2021), могут послужить основой для корректировки проекта ФГОС ВО 4.

Литература

1. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования: приказ Минпросвещения России от 31 мая 2021 г. № 286 // Официальный интернет-портал правовой информации. — URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (дата обращения: 01.12.2025).
2. Панин В. Эксперт рассказал о критической нехватке педагогов в российских школах [Электронный ресурс] // В фокусе. — 2025. — 13 авг. — URL: <https://vfokuse.mail.ru/article/ekspert-rasskazal-o-kriticheskoy-nehvatke-pedagogov-v-rossijskih-shkolah-67443065/> (дата обращения: 02.12.2025).
3. Проект Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 44.03.01 Педагогическое образование: макет, утвержд. письмом Минобрнауки России от 02 мая 2023 г. № МН-5/169012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fgosvo.ru/> (дата обращения: 05.11.2025).
4. Распоряжение Правительства Амурской области от 17.04.2019 г. № 70-р об утверждении «Концепция развитие инженерного образования на территории Амурской области» URL: <http://docs.cntd.ru/document/553255509> (дата обращения: 15.11.2025).
5. Семенихин В.В. Ключевые компетенции педагога в эпоху цифровизации образования / В.В. Семенихин С.Ф. Семенихина // Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия Педагогика. Психология. Социология. – 2024. – № 1(146). – С. 37-57. – DOI 10.32523/2616-6895-2024-146-1-37-57. – EDN FUANIM.

6. Указ Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202402280003> (дата обращения: 03.11.2025).
7. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 03.11.2025).
8. Федеральная рабочая программа по учебному предмету «Труд (технология)» [Электронный ресурс] / Единое содержание общего образования. — М., 2024. — URL: <https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2024/07/frp-trud-tehnologiya-5-9-klassy-1-30.07.2024.pdf> (дата обращения: 01.12.2025).
9. Чиганов А.С. Начала инженерного образования в школе / А.С. Чиганов, А.С. Грачев // Вестник Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева (Вестник КГПУ). — 2015. — № 2(32). — С. 30-35. — EDN ULXHYJ.
10. Шейкина А.В. России предсказали появление десятков тысяч «лишних» учителей / А. Шейкина. — Текст: электронный // Lenta.ru: [сайт]. — URL: <https://lenta.ru/news/2025/07/24/v-rossii-predskazali-poyavlenie-desyatkov-tysyach-lishnih-uchiteley/> (дата обращения: 02.12.2025).
11. Digital Education Action Plan 2021-2027 [Electronic resource] / European Commission. — Brussels, 2020. — URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/plan> (дата обращения: 01.12.2025).
12. Federal Strategic Plan for STEM Education [Electronic resource] / Committee on STEM Education, National Science & Technology Council. — Washington, 2024. — URL: <https://www.whitehouse.gov/ostp/stem-education/> (дата обращения: 01.12.2025).
13. Next Generation Science Standards: For States, By States [Electronic resource] / NGSS Lead States. — Washington, DC: The National Academies Press, 2013. — URL: <https://www.nsta.org/how-read-next-generation-science-standards> (дата обращения: 01.12.2025).