



Проектирование образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением

Н. Н. ДЕМИДОВА, Н. Ф. ВИНОКУРОВА, А. А. ЛОЩИЛОВА, А. В. ЗУЛХАРНАЕВА

АННОТАЦИЯ

Введение. Актуальность проблемы исследования обусловлена усилением роли инженерии в достижении устойчивого развития современной цивилизации и связанной с этим опережающей функцией современного высшего педагогического образования в направлении подготовки нового типа учителей, обладающих инженерным мышлением, готовых и способных осуществлять качественную подготовку обучающихся инженерных классов, мотивировать их выбору профессионального будущего в инженерно-технологической сфере. Решение данных задач детерминирует трансформацию существующей образовательной среды педагогических университетов в контексте подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением.

Цель исследования: теоретико-методологическое обоснование, проектирование и экспертная оценка модели образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением как целенаправленно заданного интегративно-организованного процесса.

Материалы и методы. На теоретико-аналитическом и проектировочном этапах исследования были использованы методы анализа, обобщения, систематизации, проектирования, моделирования, конструирования. Ключевым методом экспертно-оценочного этапа выступил метод экспертных оценок. В 2025 году была проведена первичная экспертиза разработанной модели образовательной среды, в которой приняли участие 7 экспертов из числа научно-педагогических работников Российской Федерации, компетентных в исследуемой области и имеющих ученую степень доктора педагогических и психологических наук.

Результаты исследования. Результаты проведенной экспертной оценки свидетельствуют, что большинство участников экспертизы положительно отнеслись к разработанной модели образовательной среды, отметив её наглядность, целостность, информативность, полноту, достаточно широкий спектр условий и возможностей для эффективного формирования инженерного мышления у педагогов естественно-научного профиля. 71,4% экспертов выразили уверенность, что содержание компонентов образовательной среды отобрано с учетом специфики формирования инженерного мышления педагогов естественно-научного профиля. Вместе с тем выявлены недостатки и даны рекомендации по их дальнейшей доработке.

Заключение. Полученные результаты представляют ценность для научно-педагогических работников и представителей административно-управленческого аппарата педагогических университетов, студенческого и аспирантского сообщества.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

инженерное мышление, образовательная среда вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением, интегративная методология, трансдисциплинарность, экспертная оценка, педагогическая модель

Для цитирования: Демидова Н. Н., Винокурова Н. Ф., Лощилова А. А., Зулхарнаева А. В. Проектирование образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением // Перспективы науки и образования. 2025. № 6. С. 148–172. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.6.10>

Поступила: 14.06.2025 | Одобрена: 21.08.2025 | Опубликовано: 31.12.2025



Лицензия «С указанием авторства — С сохранением условий». Позволяет перерабатывать, исправлять и развивать произведения при условии указания авторства и лицензирования производных работ на аналогичных условиях.



Designing an educational environment for a university to prepare a natural science teacher with engineering thinking

N. N. DEMIDOVA, N. F. VINOKUROVA, A. A. LOSCHILOVA, A. V. ZULHARNAEVA

ABSTRACT

Introduction. The relevance of the problem of the study is due to the strengthening of the role of engineering in achieving the sustainable development of modern civilization and the associated leading function of modern higher pedagogical education in the direction of preparing a new type of teachers with engineering thinking, ready and able to carry out high-quality training of students of engineering classes, to motivate them to choose a professional future in the engineering and technological sphere. The solution to these problems determines the transformation of the existing educational environment of pedagogical universities in the context of the preparation of the future teacher of the natural science profile with engineering thinking.

The purpose of the study: to theoretically substantiate and design a model of the educational environment of a university for training a teacher of the natural science profile with engineering thinking, to carry out its expert assessment.

Materials and methods. At the theoretical-analytical and design stages of the study, the methods of analysis, generalization, systematization, design, modeling, and construction were used. The key method of the expert assessment stage was the method of expert assessments. In 2025, the primary examination of the developed model of the educational environment was carried out, in which 7 experts from among the scientific and pedagogical workers, competent in the studied field and having a doctorate in pedagogical and psychological sciences, took part.

Research results. The results of the expert assessment indicate that most of the participants in the examination reacted positively to the developed model of the educational environment, noting its clarity, integrity, information content, completeness, a sufficiently wide range of conditions and opportunities for the effective formation of engineering thinking in teachers of the natural science profile. 71.4% of experts expressed confidence that the content of the educational environment components was selected taking into account the specifics of the formation of engineering thinking of teachers of the natural science profile. At the same time, shortcomings were identified and recommendations for further improvement were given.

Conclusion. The results obtained are valuable for scientific and pedagogical workers and representatives of the administrative and managerial apparatus of pedagogical universities, student and postgraduate community. Their novelty lies in the definition and justification of an integrative methodology, including a set of interrelated theoretical ideas, provisions and approaches, structured in a hierarchical sequence and productively used in the design of a model of the educational environment, its content and structure.

KEYWORDS

engineering thinking, the educational environment of the university for the preparation of the future teacher of the natural science profile with engineering thinking, integrative methodology, transdisciplinary, expert assessment, pedagogical model

For Citation: Demidova, N. N., Vinokurova, N. F., Loschilova, A. A., & Zulharnaeva, A. V. (2025). Designing an educational environment for a university to prepare a natural science teacher with engineering thinking. *Perspektivy nauki i obrazovaniya* = *Perspectives of Science and Education*, (6), 148–172. <https://doi.org/10.32744/pse.2025.6.10>

Received: 14 June 2025 | Approved: 21 August 2025 | Published: 31 December 2025



This is an open access article distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike International License (CC-BY-SA 4.0) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобальных геополитических изменений, турбулентности, технологических вызовов и угроз, усиления роли инженерных наук как драйвера инноваций центральная роль отводится образованию как фактору устойчивого развития современного общества: Ичхонская декларация, доклад «Инженерное дело на службе устойчивого развития» (UNESCO) [1].

В Российской Федерации ключевым направлением государственной политики в области образования для достижения национальных целей развития является обеспечение самодостаточности и технологического суверенитета страны, что декларировано в Указе Президента РФ «О национальных целях развития на период до 2030 года» и на перспективу до 2036 года [2]. В программных документах Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и Министерства просвещения Российской Федерации, подчеркивается, что лидерство в науке и передовых технологиях по базовым ориентирам технологического суверенитета России, сопряжено с национально-ориентированной стратегией возрождения инженерного отечественного образования. Объективным фактором подготовки инженерной элиты страны является создание системы непрерывного опережающего образования (совокупности дошкольного, общего, вузовского, дополнительного образования), где принципиально важное место отводится довузовскому кластеру системы, решающему задачи предпрофессиональной подготовки мотивированных, ответственных, сознательно выбирающих инженерные профессии обучающихся. В этой связи, актуализируются вопросы становления новой формации педагогов, готовых к реализации инновационных образовательных сценариев в контексте инженерной направленности, в том числе в условиях педагогического вуза.

Подготовка будущих педагогов с инженерным мышлением, в данном случае, становится «базисом базиса» расширенного воспроизводства экономики и общества в концепте технологического суверенитета страны. Речь идет об исследовании теоретических основ и практической реализации принципиально иных приоритетов образования, которые исходят из принципов опережающего развития качества человека, качества общественного интеллекта и качества образовательных систем по сравнению с развитием сложных технологических систем.

Анализ опубликованных работ по данной проблеме позволил констатировать продуктивное обсуждение методологических и прикладных аспектов подготовки будущих педагогов с инженерным мышлением как условия реализации соответствующей парадигмы образования.

Установлено, что в философских и психолого-педагогических исследованиях инженерное мышление рассматривается в контексте конвергенции естественного, научного, технического и гуманитарного знания в целях интенсификации научно-технического прогресса для устойчивого и безопасного развития [3]. Отмечается системность инженерного мышления в трансформации современной научной картины мира, включающей ценностно-смысловые структуры, регулятивно-смысловые структуры, мыследеятельность и технологии мышления как составляющие конструкторы данного понятия (Л.М. Андрюхиной, Б.Н. Гузанова, С.В. Анахова) [4]. В исследованиях Г.П. Щедровицкого инженерное мышление представлено как особый вид деятельности сознания человека – мыследеятельность в рамках социокультурной парадигмы научного знания, его отличительной чертой выступают креативность и творчество [5]. Включение в формирование инженерного мышления проектных и управленческих навыков актуализируется в работах Е.А. Бильдер, А.Д. Ивановой [6]. В зарубежных исследованиях, в частности, посвященных инженерному проектированию, рассматривается проблема развития когнитивных структур специалистов (Atman et al. [7]), процессуальные аспекты применения педагогических технологий развития данных структур (Hannah, Joshi, & Summers [8]) практика реализации STEAM-технологий в инженерном образовании (Carobianco & Rupp [9]), инженерное проектирование в подготовке будущего учителя-предметника (Fan, Wu, & Lin [10]).

Возможности образовательной среды в развитии личности отмечал В.И. Панов [11], ее значительный потенциал в установлении разносторонних образовательных отношений подчеркивал В.И. Слободчиков [12], качественные особенности, инструменты и технологии ее проектирования отмечаются в работах В.А. Ясвина [13]). Вместе с тем исследовательский и прикладной интерес представляет проблема организации такой среды для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением, где целенаправленно организованная образовательная среда рассматривается в логике развертывания целостности, многомерности, полифункциональности, трансдисциплинарности.

В российских исследованиях проблема трансформации образовательной среды педагогического вуза в направлении развития инженерного мышления описана в исследованиях Г.А. Игнатьевой, где особое внимание акцентируется на значении системно-кластерных моделей, как формы кооперации образовательных систем [14].

Особенности организации образовательной среды вуза в целях обучения педагога с инженерным мышлением раскрывается в работе Kuen-Yi Lin с соавт. Авторами подчеркивается важность развития инженерного мышления педагога в целях формирования инженерных предпрофессиональных навыков школьников. Учитывая это, необходимо включение в учебные программы инженерного проектирования и дизайна в рамках STEM-образования [15]. Опыт трансформации образовательной среды описан в исследовании T. Rüttnann в рамках конструирования и реализации психолого-дидактической модели инженерной педагогики, одной из задач которой является формирование готовности обучающихся к педагогической деятельности по проектированию образовательных программ, управлению и анализу процесса обучения в области инженерного образования на ступени школьного образования [16].

В данной связи целью исследования является теоретико-методологическое обоснование, проектирование и экспертная оценка модели образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением как целенаправленно заданного интегративно-организованного процесса.

Достижение указанной цели требует обращения к идеям интегративности и трансдисциплинарности. Российский практический опыт интеграции образовательного, производственного и исследовательского потенциала нашел отражение в проектировании новых научных центров и вузов нового типа под руководством М.А. Лавретьева, в основе которых лежит целесообразная система разделения труда: наука, кадры и производство, которая показала себя как эффективная модель развития, отражающая идею целостности образования и рынка труда [17].

Трансдисциплинарность как появление новых данных в исследовании на стыке дисциплин, как «новое видение природы и реальности», что позволяет сфокусировать междисциплинарные инструменты и ресурсы на решении конкретных профессиональных и исследовательских задач (B. Nicolescu [18]). В контексте профессионального развития и подготовки будущих педагогов положения трансдисциплинарного подходов развиваются в направлении транспрофессионализма – качества личности, позволяющее расширить социально-профессиональные границы деятельности педагога и рассматривается как один из ключевых способов повышения эффективности его деятельности (A. Kolodyazhna [19]). Важность трансфессионального развития выпускника вуза и трансформации образовательной среды в соответствии с данными целями подчеркивается исследователями Малайзийского университета (M.M Mohamad, et al.) [20]. Х. Аткинсон определяет важность и выделяют инструменты современной образовательной среды в области подготовки специалистов, способных к ответу на глобальные вызовы [21]; С. D. Mote Jr., et al. рассматривают инженерное образование как инструмент интеграции экономики, технологий и общества для создания нового типа промышленности, отвечающего всем потребностям глобальной технологической, и экологической безопасности, а также преодоления нравственного кризиса [22].

В работе Ş. Baş, F. N. Büyükbayraktar отмечается, что в качестве одного из эффективных инструментов подготовки будущих учителей естественных наук выступают различные STEM-активности, организуемые в урочное и внеурочное время. Авторы подчеркивают, их положительное влияние на осведомленность будущих учителей, повышение эффективности поиска, разработки и принятия возможных решений сложных проблем [23].

Таким образом, теоретико-методологическое обоснование и разработка модели образовательной среды вуза для подготовки учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением позволит реализовать современные подходы к профессии педагога в постиндустриальном обществе. Российские и зарубежные исследования в данном направлении подчеркивают идеи трансфессиональной направленности современной образовательной среды. Ее спецификой является трансдисциплинарная интеграция знания, предполагающая развитие трансфессиональных hard, soft, digital skills и внедрение профессионально-образовательных платформ в конструирование новой образовательной среды вуза.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для реализации поставленной цели нами были использованы теоретические и эмпирические методы исследования. В качестве теоретических применялись: анализ, обобщение, систематизация, проектирование, моделирование, конструирование. Эмпирическими методами выступили: метод экспертных оценок, анализ и интерпретация полученных данных.

Исследование проводилось в несколько этапов.

1) *Теоретико-аналитический этап* предполагал изучение нормативных документов, анализ и обобщение научной литературы, опыта проектирования образовательных среды для подготовки педагогов с инженерным мышлением, уточнение научного и понятийного аппарата исследования, определение теоретико-методологических основ разработки модели организации образовательной среды для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением (далее – модель образовательной среды; модель). В ходе данного этапа были определены стратегически важные для исследования теоретические ориентиры, представленные указанными ниже идеями и положениями:

В свою очередь, методологическую основу проектирования образовательной среды подготовки будущих педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением составили следующие подходы универсального характера:

- *культурно-мировозренческий подход*, определяющий мировоззренческий базис проектируемой образовательной среды;
- *коэволюционный субъектно-деятельностный подход*, обеспечивающий содержательное основание формируемой образовательной среды;
- *культурно-средовой подход*, задающий ценностно-целевой вектор разрабатываемой образовательной среде;
- *трансдисциплинарный подход*, определяющий многомерность среды, её насыщение трансдисциплинарным содержанием;
- *синергетический подход*, предполагающий проектирование образовательной среды с учетом принципов сложности, открытости и самоорганизации, соорганизации субъектов образовательной среды;
- *интегрально-ситуативный подход*, определяющий в качестве одного из центральных элементов среды – интегративное методологическое ядро, задающее ориентиры конструирования ключевых компонентов образовательной среды с учетом интеграции исследовательской, педагогической, инженерной деятельности; интеграции знаний и способов познания естественно-научных, технических и гуманитарных наук; интеграции в единое сообщество представителей науки, образования и промышленности как основы расширения образовательной среды;
- *компетентностный подход*, предусматривающий оценку инженерного мышления через компетентность как способ проявления мышления;
- *контекстный подход*, ориентирующий на включение в проектируемую образовательную среду внутренних и внешних условий, обеспечивающих интеграцию и реализацию различных видов деятельности будущих педагогов, задающий контекстный характер формирования инженерного мышления;
- *конвергентный подход*, предполагающий синтез научного и технологического знания в процессе отбора содержания подготовки будущих педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением;
- *событийный подход*, ориентирующий на использование потенциала событийной общности в процессе создания социального компонента образовательной среды;
- *конструктивно-деятельностный подход*, задающий вектор проектирования пространственно-предметного и организационно-технологического компонентов образовательной среды;

- *практико-ориентированный подход*, связанный с использованием возможностей практической подготовки будущих педагогов, включение их инженерных и исследовательских задач, отобранных в соответствии с требованиями к школьному инженерному образованию и предпрофессиональной подготовки обучающихся инженерных классов.

2) *Проектировочный этап* исследования предусматривал разработку и обоснование модели образовательной среды на основе выявленных теоретико-методологических основ.

3) *Экспертно-оценочный этап* исследования включал планирование и организацию процедуры экспертизы разработанной модели образовательной среды, разработку экспертно-оценочных материалов, определение базы для осуществления экспериментальной работы, подбор экспертов. Ключевым эмпирическим методом исследования выступил метод экспертных оценок. Он позволил осуществить первичную оценку разработанной модели научно-педагогическим сообществом. Первичная экспертиза была проведена в 2025 году. К ней были привлечены 7 экспертов из числа научно-педагогических работников, компетентных в исследуемой области, имеющих ученую степень доктора педагогических и психологических наук, проявляющих заинтересованность и желающих участвовать в экспертизе.

Целью экспертизы стали анализ и оценка качества разработанной модели образовательной среды с точки зрения содержащихся в ней условий и возможностей для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением. Исходя из цели, были поставлены следующие задачи: 1) установление соответствия модели научным требованиям в области проектирования образовательной среды; 2) определение значимости модели для науки и образовательной практики; 3) выявление достоинств и недостатков модели; 4) выявление перспектив реализации модели в образовательной практике.

Основными методологическими ориентирами экспертизы выступили принципы независимости, компетентности, научности, объективности, системности, логичности, последовательности, комплексности.

Экспертиза осуществлялась в несколько стадий: 1) определение процедуры экспертизы и обработки результатов, разработка экспертно-оценочной карты 2) подбор экспертов, информирование о процедуре экспертизы; 3) знакомство экспертов с экспертно-оценочной картой, организация экспертной оценки; 4) обработка, интерпретация и оформление полученных данных.

Отбор и структурирование содержания экспертно-оценочной карты разрабатывалось с учетом принципов к построению педагогических моделей А.М. Новикова, Д.А. Новикова [24], структуры образовательной среды, принципов и параметров её экспертизы В.А. Ясвина [13], критериев психологической безопасности образовательной среды И.А. Баевой [25].

В структурном плане экспертно-оценочная карта состоит из следующих блоков: 1) краткие сведения об экспертах, 2) шкалу оценки и критерии экспертизы, предусматривающие общую оценку модели и оценку её ключевых компонентов; 3) достоинства и недостатки методики; 4) рекомендации. Приведем пример экспериментальной карты оценки (см. табл. 1).

Таблица 1

Экспертно-оценочная карта оценки модели образовательной среды для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением

№ п/п	Критерии экспертизы	Шкала оценки			
		Да	Скорее да, чем нет	Скорее, нет, чем да	Нет
1. Общая оценка модели образовательной среды					
1.1.	Модель актуальна, ориентирована на социальные запросы и отвечает требованиям нормативных документов, науки и образовательной практики				

1.2.	Модель в достаточной степени наглядна и целостно отражает ключевые существенные характеристики образовательной среды				
1.3.	Модель информативна и достаточно полно представляет структуру и специфику образовательной среды				
1.4.	Содержание и структура модели внутренне непротиворечивы				
1.5.	Содержание компонентов модели отобрано с учетом специфики формирования инженерного мышления педагогов естественно-научного профиля				
1.6.	Модель основывается на обоснованной, общепризнанной и непротиворечивой теоретико-методологической базе				
1.7.	Модель обладает новизной и инновационным потенциалом				
1.8.	Представленное в модели интегративное методологическое ядро содержит ориентиры для системных инноваций				
1.9.	Модель содержит достаточно условий и возможностей для развития инженерного мышления у педагогов естественно-научного профиля в процессе их профессиональной подготовки. Обеспечивают широту, когерентность, мобильность, осознаваемость, интенсивность образовательной среды (дайте оценку по каждому показателю)				
2. Общая оценка ключевых структурных компонентов модели					
2.1.	Компоненты модели представлены с достаточной степенью детализации и полноты				
2.2.	Целевые ориентиры образовательной среды, представление в модели, конкретны, измеримы и достижимы.				
2.3.	Указанные ниже элементы среды повышают эффективность подготовки педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением: - интеграция внешней и внутренней среды; - инновационный образовательный кластер в формировании инженерного мышления;- консорциум педагогических вузов, научных организаций и промышленных предприятий;- интегративное методологическое ядро.				
3. Оценка организационно-технологического (психодидактического) компонента					
3.1.	Представлены концептуальные ориентиры процесса формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля				
3.2.	Представленное содержание способно обеспечить формирование инженерного мышления (наличие сквозного трансдисциплинарного модуля, рабочих программ дисциплин, программ ДПО и пр.)				
3.3.	Указанные формы, методы и технологии соответствуют следующим параметрам: - обоснованы и адекватны целевым ориентирам образовательной среды;- интерактивны и обеспечивают активность и инициативность будущих учителей;- содержат возможности для включения будущих учителей естественно-научного профиля во внеучебную деятельность, обеспечивающую формирование инженерного мышления; - соответствуют этапам формирования инженерного мышления				
3.4.	Присутствуют формы, ориентированные на повышение квалификации научно-педагогических работников в области развития инженерного мышления; предусмотрено научно-методическое обеспечение данного процесса				
3.5.	Представленные этапы формирования инженерного мышления научно обоснованы и позволяют в полной мере сформировать инженерное мышление у будущих учителей естественно-научного профиля				
3.6.	Указанные в модели критерии, показатели и диагностический инструментарий: - научно обоснованы;- соответствует целям образовательной среды;- позволяет объективно оценить сформированность инженерного мышления;- позволяют оценить эффективность образовательной среды				

4. Оценка пространственно-предметного компонента					
4.1.	Предусматривает гибкость пространства, обеспечивающего его оперативное преобразование под учебные и исследовательские цели				
4.2.	Предполагает наличие разнообразных функциональных зон, позволяющих осуществлять различные виды деятельности (конструирование, моделирование, проектирование, исследовательскую деятельность, лабораторные работы и пр.), направленные на формирование инженерного мышления				
4.3.	Содержит возможность интеграции ресурсов университета и его образовательных, научных и промышленных партнёров, входящих в консорциумы и образовательный кластер, что расширяет её возможности				
4.4.	Предусматривает достаточное количество высокотехнологических учебных и исследовательских площадок, лабораторий и пр.				
4.5.	Предусматривает широкий спектр оборудования, материально-технического оснащения учебной и внеучебной деятельности, обеспечивающей формирование инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля				
4.6.	Включает возможности для индивидуализации процесса формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля				
4.7.	Предусматривает оснащённость предметами, обеспечивающими символическую насыщенность образовательной среды				
5. Оценка социального компонента					
5.1.	Предусматривает педагогические условия, обеспечивающие сплочение субъектов образовательной среды и формирование событийной общности для решения инженерно-технологических и инженерно-педагогических задач				
5.2.	Предполагает возможность участия будущих учителей естественно-научного профиля в конструировании образовательного процесса				
5.3.	Предусматривает формы и технологии, обеспечивающие преемственность				
5.4.	Включает формы, способствующие организации взаимодействия и сотрудничества представителей науки, образования, промышленных и бизнес-партнёров				
5.5.	Содержит условия, обеспечивающие эмоциональную насыщенность образовательной среды, психологическую безопасность ее участников				
5.6.	Включает механизмы сотрудничества и формы продуктивного взаимодействия, основные на диалоге и кооперации				
5.7.	Предусматривает организационную структуру, обеспечивающую координацию деятельности субъектов образовательной среды в направлении формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля				
6 Достоинства и недостатки модели					
7 Рекомендации по доработке					

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Проектирование модели образовательной среды вузы для подготовки будущих педагогов естественно-научного образования с инженерным мышлением базируется на идеях и положениях:

- постнеклассичности современной науки, предполагающее объединение научного познания с ценностно-деятельностными аспектами (В.С. Степин) [26];
- конструктивизма и когнитивизма;

- интеграции, модель научного мини-полюса или модель научной интеграции, треугольник «наука-кадры-производство» М.А. Лаврентьева [17];
- положениях модели интеграции знаний, включающей морфоструктурные и функциональные виды интеграции Н.Ф. Винокуровой [28];
- трансдисциплинарности (В. Nicolescu) [18], синергетики (Е.Н. Князева) [29];
- коэволюции природы и общества (Н.Н. Моисеев) [27], устойчивого развития (Н.М. Мамедов) [39], культуры постиндустриального общества (Н.Ф. Винокурова [28]), выступающие основой формирования аксиологического аспекта инженерного мышления как условия сохранения окружающей среды в процессе внедрения научных идей;
- субъектности и субъект-субъектного характера эгопсихологических взаимодействий В.И. Панова [11];
- теории мыследеятельности П.Г. Щедровицкого [5], А.А. Громыко [40], средового проектирования В.А. Ясвина [13];
- проектно-преобразующей и событийно-позиционной методологии В.И. Слободчикова [12], Г.А. Игнатъевой [14];
- педагогического инжиниринга (Н.В. Виноградова., Г.М. Землякова [41], Г.А. Игнатъева [14]), инженерной педагогики (Д.П. Данилаев, Н.Н. Маливанов [42]);
- специфике естественно-научного образования.

Модель основывается и реализует методологические подходы универсального характера, ядром которых, согласно положениям цивилизационной теории культуры В.С. Степина, являются смыслообразующие мировоззренческие универсалии культуры постиндустриального общества [26]. Мировоззренческие универсалии культуры — это категории, которые составляют основы современного понимания мира и места человека в нем. Они отражают как универсалии культуры объективного ряда, связанные со спецификой современной постнеклассической научной картиной мира, так и субъективного ряда, ориентированные на проявление самости (личность как субъект познания, переживания, деятельности и, в целом, как субъект культуры). Без этих смыслообразующих универсалий культуры немыслима мировоззренческая модель современной цивилизации [27].

Нами выявлены и структурированы в иерархической последовательности базовые методологические подходы, которые функционально полно отражают специфику требований к проектированию и функционированию образовательной среды подготовки будущих педагогов естественно-научного образования с инженерным мышлением. К числу таких подходов отнесены: культурно-мировоззренческий, коэволюционный субъектно-деятельностный, культурно-средовой, трансдисциплинарный, синергетический, контекстный, интегрально-ситуативный, компетентностный, конвергентный, событийный, конструктивно-деятельностный, практико-ориентированный. Их реализация осуществляется на основе совокупности принципов.

Культурно-мировоззренческий, коэволюционный субъектно-деятельностный и культурно-средовой подходы определяют философско-методологический уровень проектирования образовательной среды.

Культурно-мировоззренческий подход (Н.Ф. Винокурова) [28] отражает исследования В.С. Степина [26] о ключевых положениях цивилизационной теории культуры. Академик В.С. Степин определяет культуру - как систему исторических развивающихся программ человеческой жизнедеятельности (модели познания, норм, идеалов и ценностей, образцов деятельности, поведения и общения), обеспечивающих воспроизводство и изменения социальной жизни в всех её основных проявлениях [28]. Подход реализует особенности современной постнеклассической научной картины мира и соответствующей ей культуры, обеспечивающей устойчивое будущее современной постиндустриальной цивилизации [29]. Они базируются на: а) новых человеко-размерных моделях познания постнеклассической науки; б) коэволюционных отношениях и экогуманистических ценностях, идеях бережливого производства, ориентированных на развитие нормативно-ценностных качеств личности, связанных с решением инженерных задач, направ-

ленных на развитие и устойчивое безопасное будущее страны и в целом, современного мира; в) конструктивизме деятельности, когда конструирующий человек и конструируемый мир составляют процессуальное единство, взаимосогласованный мир [28]. Следовательно, культурно-мировоззренческий подход способствует формированию инженерного типа мышления при подготовке педагогов естественно-научного образования, связанного с умением видеть мир как социоприродную человекоключающую систему, проектировать и конструировать её элементы в единстве когнитивно-ценностных установок, управлять ими в направлении её устойчивого развития.

Козволюционный субъектно-деятельностный подход (Н.Ф. Винокурова). выступает стержневым, обеспечивает расширение горизонта научного мировоззрения педагогов естественно-научного профиля. Придает категории инженерного мышления козволюционные ценностные ориентации. Предполагает включение в содержание идей козволюции, рационального природопользования, биосферосовместимости, «человекоразмерных» моделей познания, позволяющих осознать взаимосвязи и взаимовлияния между образованием, наукой, техносферой, природой, культурой, роли инженерного мышления в сохранении устойчивости их функционировании и обеспечении технологической безопасности страны. На его основе формируется содержательный компонент образовательной среды.

Культурно-средовый подход определяет ценностно-целевые ориентиры образовательной среды, предполагает формирование инженерного мышления будущих педагогов естественно-научного профиля в контексте смыслообразующих универсалий культуры, предполагающих единство познания, отношения, действия. Определяет ценностные и стилевые установки мышления, выступающей способом смыслополагания и деятельности.

Трансдисциплинарный подход предполагает многомерность среды, её насыщение трансдисциплинарным содержанием, базирующимся на синтезе естественно-научного, гуманитарного и технического знания, выступающего основой расширения научной картины мира будущих педагогов естественно-научного профиля. Детерминирует транспрофессиональную направленность данной среды, предполагающую выход за рамки профессиональной области.

Синергетический подход предполагает рассмотрение образовательной среды как открытой, сложной, самоорганизующей и саморазвивающейся системы. Определяет принципы соорганизации субъектов среды в направлении кооперации, сотрудничества, синергии, конструктивного диалога.

Интегрально-ситуативный подход предусматривает выделение в образовательной среде интегративного методологического ядра, детерминирующего реализацию в образовательной среде различных ветторов интеграции: 1) интеграции исследовательской, педагогической, инженерной деятельности; 2) интеграцию естественно-научных, технических и гуманитарных наук; 3) интеграцию науки, образования и промышленности как основы расширения среды, учет возможностей индустриальных партнёров, НИИ, школ и пр.

Предполагает отбор и структурирование содержательного компоненты среды на основе морфоструктурной и функциональной интеграции научного знания в единстве со стилевыми установками и характеристиками инженерного мышления Н.Ф. Винокуровой

Применение в образовательном процессе STEAM-технологий, системы интегральных проблемно-ориентированных ситуаций, позволяющих погрузить будущих учителей в решение проблем, требующих осмысления взаимосвязей между человеком, природой, техносферой, наукой и образованием, понять регулирующую роль культуры в данном процессе, возможности инженерного мышления в достижении научно-технологического лидерства и сохранении окружающей среды.

Компетентностный подход определяет результат развития инженерного мышления - инженерную компетентность, выступающую целью-субъектом образовательной среды. Она позволяет оценить степень освоения будущими педагогами естественно-научных и технических знаний, а также способов их переработки (мышления).

Конструктивно-деятельностный подход предполагает создание в образовательной среде гибких, открытых высокотехнологичных учебных пространств, способствующих активному вовлечению педагогов в освоение способов инженерного мышления. Обеспечивает не трансляцию, а создание условий для конструирования будущими педагогами интегративных знаний, стратегий будущей профессиональной деятельности, в т. ч. по формированию естественно-научной картины мира и инженерного мышления у школьников.

Контекстный подход (А.А. Вербицкий, А.В. Райцев, Б.А. Тахохов, О.И. Федотова и др.) обеспечивает связь получаемых теоретических знаний с будущей профессиональной деятельностью [30]. Предполагает наличие в среде внутренних и внешних условий, обеспечивающих интеграцию и реализацию различных видов деятельности студентов (учебной, исследовательской, практической, инженерной) [31]. Ориентирует на использование контекстного обучения; создание в образовательной среде профессионально-ориентированных ситуаций, последовательное моделирующих личностное и предметное содержание будущей профессиональной деятельности студентов, требующей инженерного мышления. Они задаются контуры применения инженерного мышления в профессиональной деятельности и особенности его формирования у школьников, способствуют осознанию его личностной значимости [32].

Конвергентный подход предполагает синтез научного и технологического знания в процессе подготовки педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением, включение в содержание положений концепции конвергентных (NBIC-технологий) с целью осмысления, анализа, оценки рисков, возможностей, перспектив, в том числе для формирования инженерного мышления.

Событийный подход обеспечивает более глубокое усвоение ценности инженерного мышления, создание ценностно-смыслового поля взаимодействия между всеми субъектами образовательной среды в процессе участия в организации образовательных событий (хакатонов, стратегических сессий, форсайт-сессий и пр.), формирование событийной общности.

Практико-ориентированный подход предполагает социальную ориентированность образовательной среды, учет запросов и потребностей работодателей, включение будущих учителей в практическую и проектно-преобразующую деятельность (программирование, 3D modeling, визуализацию, конструирование, прогнозирование и др.); организацию практической подготовки с уклоном на формирование инженерного мышления, использование ресурсов и возможностей высокотехнологической инфраструктуры промышленных и научных партнёров, а также ресурсов Университета (межфакультетские технопарки, педагогические кванториумы, лаборатории и пр.). Вовлечение будущих педагогов в различные проектно-конструкторские практики, обеспечивающие освоение инженерного мышления в процессе специально организованной продуктивной, творческо-созидательной деятельности.

Рассмотренные подходы определили принципы проектирования образовательной среды: культуросообразности, системной мыследеятельности, субъектности, интегративности, системности, целостности, гибкости, практико-ориентированности, фундаментальности, персонализации, рефлексии, самоорганизации, метапознания, дополнительности, непрерывности, диалогичности, кооперации, сотрудничества, конвергентности, связи теории и практики, прогнозирования, междисциплинарности, единства познания, переживания и действия.

Таким образом, представленная теоретико-методологическая база позволила обозначить мировоззренческо-ценностно-целевые, содержательные и технологические контуры проектируемой модели организации образовательной среды для подготовки будущих педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением.

Единство образовательной среды подготовки будущих педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением составляет интегративный конгломерат кооперации внешней и внутренней среды педагогического университета (см. рис. 1).

Внешняя среда представлена формируемыми инновационными образовательными кластерами (в каждом из регионов) и Консорциумом стратегического партнёрства педагогических университетов страны.

Кластер как Одна из форм кооперации, позволяет учёным, студентам и представителям высокотехнологичного производств обмениваться опытом и информацией и иметь доступ к необходимой исследовательской инфраструктуре. В рамках решения определенной задачи. В нашем случае это будет задача образовательного плана, связанная с формированием инженерного мышления. В качестве партнеров мы выделили педагогический вуз как системообразующее звено. Транслирующее стратегические ориентиры и цели, школы, НИИ, КБ, промышленные предприятия, СПО.

Консорциум педагогических университетов, позволяет объединяться вокруг цели, связанной с подготовкой педагога естественно-научного профиля с инженерным мышлением.

Внутренняя среда педагогического вуза обеспечивает систему формирования инженерного мышления в единстве целевого, содержательного, процессуального, технологического и результативно-оценочного компонентов.

Целевой компонент включает цель-идеал – формирование культуры постиндустриального общества и цель-субъект – формирование инженерного мышления будущего учителя естественно-научного профиля.

Содержательный компонент отражает идеи культурно-мировоззренческого и коэволюционно-го субъектно-деятельностного подходов, описанных выше. Онтолого-когнитивное содержание включает знания естественно-научного, технического, социально-гуманитарного характера (в том числе, постнеклассические модели познания; знание теории сложности (синергетики); знание положений трансдисциплинарности, NBIC-конвергенция, конвергентных и сквозных цифровых технологий; знание теории принятия решений, социального управления, теории коммуникации, социального прогнозирования).

Аксиологическое содержание отражает ценности устойчивого развития, духовно-нравственные ценности – патриотизма и гражданственности, коэволюции как идеала взаимоотношений человека, природы и технологий, связанных с ней этических основ взаимодействия с данными средами.

Праксиологический компонент содержания включает ряд умений и навыков коммуникации и кооперации, умение действовать в нестандартных ситуациях и находить нешаблонные решения сложных проблем инженерно-технологического характера, умения интегрировать знания науки, техники, социального знания вокруг решения проблем, умение применять современные технологии, в т. ч. цифровые, умение мыслить глобально и действовать локально; осуществлять рефлексию в процессе поиска инженерных решений.

Процесс формирования инженерного мышления будущих педагогов естественно-научного профиля включает четыре этапа: 1. Ценностно-смысловой этап; 2. Когнитивный этап; 3. Нормативно-регулятивный этап; 4. Конструктивно-творческий этап.

Разработка *технологического компонента* основывалась на идее командного взаимодействия, проектной, экспериментальной и конструкторской деятельности в форматах игротехник, фабло-вов, STEAM-технологий, нано-био-инфо-когнитивных технологий, практик, программирования, использования метакогнитивных и контекстных технологий, интегральных проблемно-ориентированных ситуаций, включение будущих учителей в решение инженерных и исследовательских задач, связанных с организацией творческой проектно-конструкторской деятельности учащихся, ТРИЗ, АРИЗ-технологии.

Основанием *результативно-оценочного компонента* стала транспрофессиональная компетентность как интегративный конструкт инженерного мышления, проявляющийся в аксиологическом, гносеолого-онтологическом и праксиологическом аспектах, особенности которых представлены в одной из наших статей.

Идеи интегративности стали основанием выделения структурных компонентов модели, отражающих следующие содержательные линии: 1. цель – инженерное мышление как интегральная категория; 2. интеграция науки, образования, производства; 3. транспрофессиональное образование; 4. интегративные пояса внедрения; 5. интеграция наук; 6. интеграция поколений.

Пространственно-предметный компонент среды предполагает интеграцию ресурсной базы внешней и внутренней образовательной среды. Со стороны образовательной среды вуза ресурсную базу обеспечивают – педагогические технопарки «Кванториум» и технопарки универсальных педагогических компетенций педагогических вузов, Предуниверсарии, научно-исследовательские и учебные лаборатории, электронная информационная образовательная среда, образовательные сервисы и симуляторы, высокотехнологичные и проектные аудитории.

Со стороны внешней среды предусматривается привлечение ресурсов и возможностей высокотехнологической инфраструктуры индустриальных и научных партнёров. В этом контексте проектируемая образовательная среда выступает единой площадкой многостороннего сотрудничества и партнёрства разнородных субъектов, объединённых единой целью.

The diagram illustrates the integrative methodological core of engineering thinking. At the center is a light brown rounded rectangle labeled "Интегративное методологическое ядро". Six dotted lines radiate from this central core to six surrounding text elements:

- Top left: "Инженерное мышление как интегративная категория"
- Top right: "Пояса внедрения"
- Middle left: "Интеграция науки, образования и промышленности"
- Middle right: "Интеграция поколений ученых, НПР и студенческого сообщества"
- Bottom left: "Транспрофессиональное образование"
- Bottom right: "Интеграция наук (морфоструктурная и функциональная)"

Технологии командного взаимодействия

Рисунок 1 Педагогическая модель образовательной среды подготовки будущих педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением

Социальный компонент предполагает становление эффективных форм совместности педагогов, ученых, индустриальных партнеров, студентов. В условиях целенаправленно организованной образовательной среды формируются такие субъекты совместной деятельности, как смешенные исследовательские коллективы, научные школы проектные кросс-функциональные команды.

Организационно-технологический компонент образовательной среды отражает современную практикоориентированную стратегию подготовки студентов педагогических вузов на платформах «сотрудничающих организаций» – учебно-производственных центров, предприятиях, НИИ, КБ, инновационных и стажировочных площадках инженерной направленности. В учебные планы подготовки будущего учителя естественно-научного профиля включаются ознакомительные практики, где студенты в реальных условиях могут познакомиться с инженерными профессиями и технологическими процессами производств.

Кроме того, данный компонент предполагает разработку программно-методических комплексов, создание трансдисциплинарных модулей, обеспечивающих развитие всех компонентов инженерного мышления на основе идей интеграции, холизма, устойчивого развития и программного обеспечения, обеспечивающих формирование инженерного мышления будущих педагогов.

В ходе исследования осуществлялась экспертиза разработанной модели образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением. К экспертизе были привлечены представители научно-педагогического сообщества Российской Федерации, которым была предложена экспертно-оценочная карта, содержащая вопросы открытого и закрытого типа. Далее раскроем некоторые результаты обобщения и интерпретации полученных данных.

На вопрос о социально-экономической, научной и практической актуальности модели образовательной среды утвердительно ответили все эксперты. 71,4% – указали, что модель в достаточной степени наглядно и целостно отражает ключевые характеристики образовательной среды; в свою очередь, 28,6 % экспертов считают, что «скорее да, чем нет» (см. рис. 2).

85,7% участников экспертизы согласились, что модель информативна и достаточно полно представляет структуру и специфику образовательной среды, 14,2% выбрали ответ – «скорее да, чем нет». Большинство участников экспертизы установили непротиворечивость содержания и структуры модели, 71,4% – выразили уверенность, что содержание компонентов образовательной среды отобрано с учетом специфики формирования инженерного мышления педагогов естественно-научного профиля.

Оценивая теоретико-методологическую базу, выступающую основой разработки модели, все эксперты подтвердили, что её выбор научно обоснован, соответствует целям и задачам исследования и позволяет в полной мере учесть в процессе организации образовательной среды специфику подготовки учителей естественно-научного профиля с инженерным мышлением. У большинства экспертов не вызвала сомнений новизна разработанной модели.

Проанализировав содержание модели, более половины экспертов (57,4%) выразили согласие, что она содержит достаточно условий и возможностей для развития инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля, вместе с тем 42,8% указали, что «скорее да, чем нет». По мнению 85,7% экспертов, данные условия и возможности обеспечивают достаточную степень широты образовательной среды (стажировки, практическая подготовка на базе организаций-партнёров, экскурсии и пр.), 71,4% считают, что они способствуют когерентности образовательной среды, 57,4% – мобильности, 71,4% – социальной активности (включенность будущих учителей в социальное проектирование, реализацию инициатив), 57,4% – осознаваемости.

В целом, давая общую оценку компонентам образовательной среды, 71,4% экспертов указали их достаточную детализацию и полноту. Не вызвали отрицательных оценок и целевые ориентиры образовательной среды. Анализируя элементы образовательной среды, 85,7% экспертов выразили согласие, что интеграция внешней и внутренней среды, создание инновационного образовательного кластера и консорциумов значительно повышают потенциал и возможности образовательной среды в подготовке педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением.



- 1 – Модель в достаточной степени наглядна и целостно отражает ключевые существенные характеристики образовательной среды
- 2 – Модель информативна и достаточно полно представляет структуру и специфику образовательной среды
- 3 – Содержание и структура модели внутренне непротиворечивы
- 4 – Модель основывается на обоснованной, общепризнанной и непротиворечивой теоретико-методологической базе
- 5 – Модель обладает новизной и инновационным потенциалом
- 6 – Модель актуальна, ориентирована на социальные запросы и отвечает современным требованиям нормативных документов, науки и образовательной практики.

Рисунок 2 Некоторые результаты общей оценки модели образовательной среды

Анализируя представленный в модели организационно-технологический (психодидактический) компонент образовательной среды, 71,4% экспертов полностью согласились с тем, что представленное содержание (сквозной трансдисциплинарный модуль, рабочие программы дисциплин) содержит возможности для формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля.

85,7% – посчитали, что формы, методы и технологии обоснованы и адекватны целям образовательной среды, интерактивны и обеспечивают активность и инициативность будущих учителей; содержат возможности для их включения во внеучебную деятельность, обеспечивающую формирование инженерного мышления. По утверждению 71,4 % экспертов технологии соответствуют этапам формирования инженерного мышления (см. рис. 3).

Большинство экспертов были единогласны в том, что выделенные этапы формирования инженерного мышления научно обоснованы и позволяют в поной мере его сформировать у будущих педагогов естественно-научного профиля (см. рис. 4). 71,4% участников экспертизы отметили обоснованность выбранного диагностического инструментария, его соответствие поставленным целям.

Оценивая содержание и возможности пространственно-предметного компонента экспертируемой модели, 57,1% указали, что он предусматривает гибкость пространства; 57,1% – наличие разнообразных функциональных зон для осуществления различных видов деятельности, направленных на формирование инженерного мышления. 85,7% – положительно оценили возможность интеграции ресурсов университетов и его партнёров, входящих в консорциумы и образовательный кластер; 71,4 % экспертов согласились, что данный компонент предусматривает достаточное количество высокотехнологических учебных и исследовательских площадок, лабораторий для формирования инженерного мышления в учебной и внеучебной деятельности (см. рис. 5).



- 1 – Обоснованы и адекватны целевым ориентирам образовательной среды
- 2 – Интерактивны и обеспечивают активность и инициативность
- 3 – Содержат возможности для включения будущих учителей естественно-научного профиля во внеучебную деятельность, обеспечивающую формирование инженерного мышления
- 4 – Соответствуют этапам формирования инженерного мышления

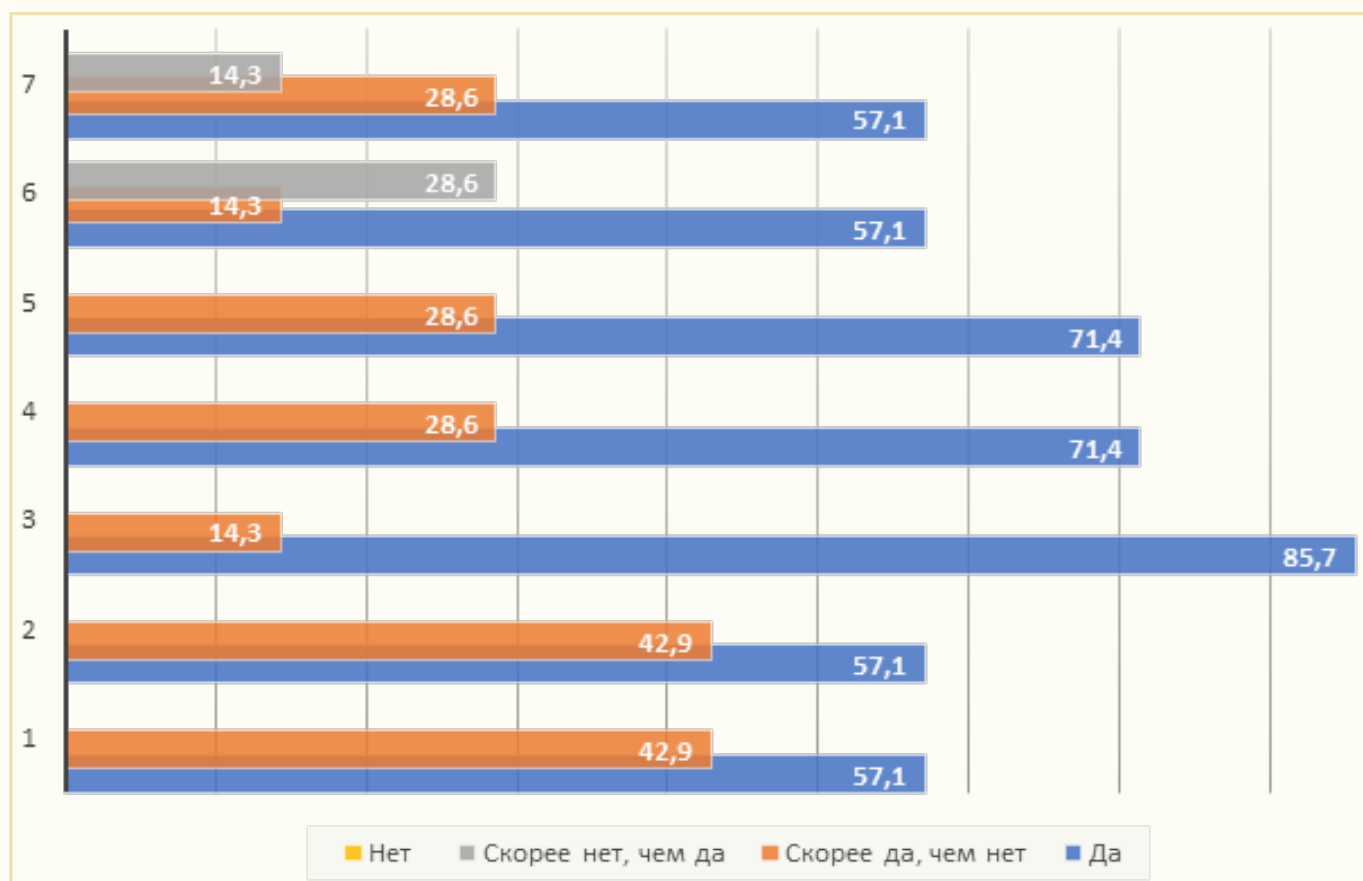
Рисунок 3 Результаты оценки методов, форм и технологий организационно-технологического компонента модели (%)



- 1 – Представлены концептуальные ориентиры процесса формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля
- 2 – Представленное содержание обеспечивает формирование инженерного мышления
- 3 – Выделенные этапы формирования инженерного мышления научно обоснованы и позволяют в полной мере сформировать инженерное мышление у будущих педагогов естественно-научного профиля

Рисунок 4 Результаты оценки организационно-технологического компонента модели (%)

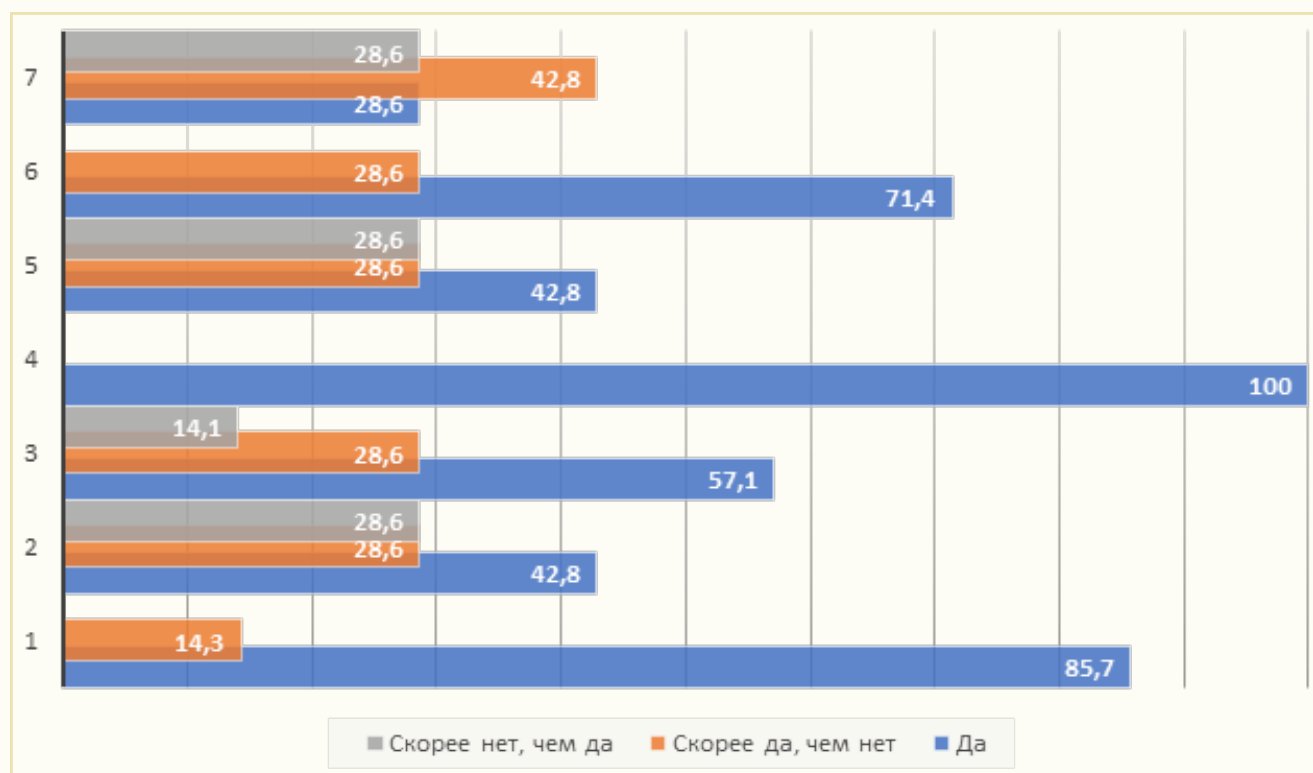
Анализируя социальный компонент образовательной среды (см. рис. 6), представленный в модели, 85,7% экспертов полностью согласились с тем, что он содержит педагогические условия, обеспечивающие сплочение субъектов среды и формирование событийной общности для решения инженерно-технологических и инженерно-педагогических задач; 42,8% выразили уверенность, что данный компонент включает возможности для участия будущих учителей естественно-научного профиля в конструировании образовательного процесса. Вместе с тем все эксперты единогласны, что модель предусматривает формы сотрудничества между представителями науки, образования, индустриальных и бизнес-партнёров. 71,4% экспертов считают, что образовательная среда включает механизмы и формы продуктивного взаимодействия, основного на диалоге и кооперации. Вместе с тем лишь менее половины экспертов отметили наличие условий, обеспечивающих эмоциональную насыщенность образовательной среды.



- 1 – Предусматривает гибкость пространства
- 2 – Предусматривает наличие различных функциональных зон
- 3 – Содержит возможность интеграции ресурсов Университета и его образовательных, научных и промышленных партнёров
- 4 – Предусматривает достаточное количество высокотехнологических учебных и исследовательских площадок, лабораторий и пр.
- 5 – Предусматривает широкий спектр оборудования, материально-технического оснащения учебной и внеучебной деятельности, обеспечивающей формирование инженерного мышления
- 6 – Включает возможности для индивидуализации процесса формирования инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля
- 7 – Предусматривает оснащённость предметами, обеспечивающими символическую насыщенность образовательной среды

Рисунок 5 Результаты оценки пространственно-предметного компонента модели (%)

В качестве достоинств эксперты указали актуальность создания модели образовательной среды данного типа, её четкую ориентацию на социальный заказ. Интерес и положительный отклик вызвало, представленное в модели интегративное методологическое ядро, придающее ей инновационность, системность, иерархичность, козольюционно-ценностные ориентации. Наряду с этим, эксперты выделили полисубъектность, практикоориентированность, комплексность, четкость и прозрачность модели. Несомненными плюсами модели, по мнению экспертов, является: а) учет специфики естественно-научного образования в содержании практических всех компонентов модели образовательной среды; б) сопряженность процессуального и технологического аспектов формирования инженерного мышления у учителей естественно-научного профиля; в) широкий спектр современных технологий, отобранных с учетом структуры и специфики инженерного мышления. Эксперты акцентировали внимание на значимости использования контекстных технологий, STEM-технологий, технологии развития мыследеятельности в процессе формирования инженерного мышления, отметили их возможности в повышении осознанности и интенсивности образовательной среды.



1 – Предусматривает педагогические условия, обеспечивающие сплочение субъектов среды и формирование событийной общности для решения инженерно-технологических и инженерно-педагогических задач

2 – Предполагает возможность участия будущих учителей естественно-научного профиля в конструировании образовательного процесса

3 – Предусматривает формы и технологии, обеспечивающие преемственность

4 – Включает формы, способствующие организации взаимодействия и сотрудничества представителей науки, образования, промышленных и бизнес-партнёров

5 – Содержит условия, обеспечивающие эмоциональную насыщенность образовательной среды, психологическую безопасность ее участников

6 – Включает механизмы сотрудничества и формы продуктивного взаимодействия, основанных на диалоге и кооперации

7 – Предусматривает организационную структуру, обеспечивающую координацию деятельности субъектов образовательной среды в направлении формирования инженерного мышления у учителей естественно-научного профиля

Рисунок 6 Результаты оценки социального компонента модели (%)

Большинство экспертов положительно отнеслись к представленному в содержательном компоненте образовательной среды сквозному трансдисциплинарному модулю, что, на их взгляд, придает образовательной среде трансфессиональный вектор.

Вместе с тем эксперты рекомендовали продумать условия индивидуализации процесса формирования инженерного мышления, его психологическую безопасность, включение в содержание всех её компонентов педагогических инструментов, обеспечивающих эмоциональную насыщенность. Предлагается более детально описать в пространственно-предметном компоненте образовательной среды функциональные зоны и материально-технические возможности, оборудование; в социальном компоненте - охарактеризовать механизмы консолидации, коллективной ответственности субъектов образовательной среды как важнейших условий выработки решений и формирования событийной общности. В организационно-технологическом компоненте было рекомендовано описать алгоритм организации данного типа образовательной среды. Ряд экспертов указали на важность включения в содержание модели организационную структуру, обеспечивающую управление образовательными ресурсами и координацию деятельности субъектов образовательной среды по формированию инженерного мышления у будущих учителей естественно-научного профиля. Отметили необходимость более глубокого обоснования выделения в качестве цели субъекта – инженерной компетентности.

Таким образом, по результатам экспертизы большинство экспертов положительно оценили разработанную модель, отметив достаточно широкий спектр условий и возможностей для эффективного формирования инженерного мышления у педагогов естественно-научного профиля, и рекомендовали её к внедрению после устранения замечаний. Это свидетельствует о понимании значимости разработанной модели, её соответствии современных реалиям и социальным запросам.

Полученные в ходе экспертизы рекомендации выступают основой уточнения и корректировки разработанной модели и механизмов её реализации в образовательной практике.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе анализа и осмысления современных психолого-педагогических исследований установлены различные позиции по проблеме проектирования образовательной среды для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением.

В работе С. Faikhamta, J. Ketsing, A. Tanak. [33], раскрывающей вопросы подготовки будущих учителей естественно-научных дисциплин в Таиланде, подчеркивается важность реализации идей трансдисциплинарности, интеграции и междисциплинарности, включения в содержание подготовки STEM-технологий и контекстного обучения. Идеи интеграции активно развиваются и американскими исследователями М. Ryu, N. Mentzer, N. Knobloch, [34], в их трудах представлена специфика и результаты апробации интегрированного курса для будущих учителей средних школ, специализирующихся на STEM-дисциплинах, направленного на освоение методов STEM-образования, понимание междисциплинарных связей. Важность использования STEM-технологий указывается в работах Т. I. Anisimova., F.M. Sabirova, O.V. Shatunov [35]. В свою очередь, L.Veloso, J.S. Marques [36] в своих исследованиях уделяют основное внимание научным лабораториям как особой образовательной среде для естественнонаучного образования, отмечая взаимосвязь между гибкостью организации пространства и применяемыми педагогическими подходами.

Рассмотренные выше авторские позиции согласуются с полученными нами результатами и находят отражение в целевом, содержательном, организационно-технологическом, пространственно-предметном компонентах разработанной нами модели образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением.

Отметим, что практико-ориентированная направленность созданной модели образовательной среды отвечает тенденциям развития современной науки и практики. Так, в исследовании Н. Alekseeva, et al. [37] обосновывается необходимость создания в вузе образовательной среды, содержащей дидактические, методические, технологические условия, максимально приближенные к реалиям педагогической деятельности, представленные ситуациями, имитирующими реальный процесс профессиональной деятельности; системой квазипрофессиональных заданий, направленных на развитие педагогического мышления студентов.

Необходимость выделения в спроектированной нами образовательной среде ценностно-мировоззренческого уровня формирования инженерного мышления, учет его взаимосвязь с современной постнеклассической научной картиной мира подтверждается данными исследований Л.М. Андриюхиной, Б.Н. Гузанова., С.В. Анахова.

Интерес для нашей работы представляют труды В. Lucas, J. Hanson [38], которые на основе данных проведенного исследования установили характеристики и способы инженерного мышления.

Вместе с тем в созданной нами модели образовательной среды продуктивно использованы идеи постнеклассичности В.С. Степина [26]; положения работ В.А. Ясвина [13] о структуре, специфике и параметрах экспертизы образовательной среды; принципах и модели научной интеграции М.А. Лаврентьева [17]; идеи трансдисциплинарности (В. Nicolescu) [18] и трансфессиональности (Э.Ф. Зеер [3]), устойчивого развития (Н.М. Мамедов [39]), субъектности (С.Л. Рубинштейн), теории мыследеятельности (П.Г. Щедровицкий [5]), технологизации компетентностей педагога (А.А. Громыко [40]), педагогического инжиниринга (Н.В. Виноградова., Г.М. Землякова [41]), Г.А. Игнатьева [14]), положений инженерной педагогики (Д.П. Данилаев, Н.Н. Маливанов [42]).

В отличие от имеющихся научных исследований созданная нами модель образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля, благодаря отобранной и обоснованной интегративной методологии, позволяет целостно и системно реализовать и представить культурно-мировоззренческий, экогуманистический, трансдисциплинарный, трансфессиональный и практико-ориентированный векторы образовательной среды; определить концептуальные ориентиры и механизмы, обеспечивающие взаимодействие педагогического университета, образовательных, промышленных и бизнес-партнёров; осуществить с интегративных позиций моделирование всех компонентов подготовки будущего учителя с инженерным мышлением.

Прикладной характер результатов исследования предполагает их использование в процессе организации сотрудничества представителей образования, науки, бизнеса, промышленности в рамках консорциумов и образовательных кластеров по подготовке педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением; при создании учебно-методических материалов, модулей и программ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе анализа и обобщения нормативных документов, научных исследований и образовательной практики был определен теоретический и методологический базис исследования, выступивший основой разработки модели образовательной среды вуза для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением. Созданная модель включает интегративное методологическое ядро, содержащее сквозные линии интеграции, идеи, подходы и принципы, определяющие мировоззренческо-ценностно-целевые, содержательные и технологические контуры образовательной среды, специфику её социального и пространственно-предметного компонентов. Представленное в модели единство внутреннего и внешнего абриса образовательной среды позволяет учесть социальный заказ государства, потребности промышленных и образовательных партнеров вуза, обеспечивает практико-ориентированность, единство и синергию условий и возможностей сектора научного, образовательного и производственного секторов.

В ходе исследования обоснован и раскрыт трансфессиональный вектор моделируемой образовательной среды, её комплексность, системность, ориентация на формирование у будущих педагогов естественно-научного профиля современной научной картины мира, коэволюционных ценностных ориентаций как основы инженерного мышления и целостности профессионально-педагогической подготовки.

Научная новизна и практическая значимость данной модели определяется консолидацией решения проблем опережающего развития инженерного мышления будущих учителей естественно-научного профиля через "погружение" в научное исследование. Модель развивает современные парадигмы образования в контексте реализации ценностно-нормативного потенциала современной постнеклассической науки. Разработанная модель организации образовательной среды для подготовки будущего учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением может быть тиражирована в педагогических вузах страны.

Проведенная первичная экспертная оценка разработанной модели позволила установить положительное отношение экспертного сообщества и получить эмпирический материал для её дальнейшей коррекции и доработки.

Полученные результаты представляют ценность для преподавателей, администрации, аспирантов и студентов педагогических вузов. Они могут быть использованы при проектировании методики формирования инженерного мышления у педагогов естественно-научного профиля, разработки учебно-методических материалов, образовательных модулей, программ дополнительного профессионального образования, проектировании системы сопровождения развития инженерного мышления у будущих педагогов естественно-научного профиля, отбора и структурирования содержания подготовки педагогов естественно-научного профиля с инженерным мышлением, создании механизмов взаимодействия представителей научного, педагогического, промышленного сообщества.

Перспективы исследования связаны с дальнейшей апробацией и экспериментальной проверкой разработанной модели образовательной среды, созданием учебно-методических пособий, программ, модулей, методического инструментария для преподавателей и студентов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Публикация подготовлена в рамках государственного задания Министерства просвещения Российской Федерации № 073-00056-25-00 на выполнение в 2025 г. научно-исследовательской работы по теме «Образовательная среда для подготовки учителя естественно-научного профиля с инженерным мышлением».

ЛИТЕРАТУРА

1. UNESCO: Engineering for sustainable development: executive summary; corporate author. 2021, 19 p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634> (accessed 25.03.2025)
2. Указ о национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/ (дата обращения 10.04.2025)
3. Зеер Э.Ф., Коновалов А.А. Профессиональное развитие педагогов: психологический портрет // Образование и наука. 2025. 27(4). С.149-174. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2025-4-149-174>
4. Андрюхина Л.М., Гузанов Б.Н., Анахов С.В. Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира // Образование и наука. 2023. Том 25. № 8. С. 12–48. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2023-8-12-48>
5. Щедровицкий Г.П. Процессы и структуры в мышлении (курс лекций) / Из архива Г. П. Щедровицкого. Т. 6. Москва: Путь, 2003. 320 с.
6. Бильдер Е. А., Иванова А. Д. Современные требования к развитию инженерного образования: формирование проектного мышления и управленческих навыков // Инженерное мышление: особенности и технологии воспроизводства: Материалы научно-практической конференции / Под ред. А.А. Карташевой. Екатеринбург, 2018. С.139–143.
7. Atman C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., Saleem, J. Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners // Journal of Engineering Education. 2013. Vol. 96. No. 4. P. 359–379. DOI: 10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x
8. Hannah R., Joshi S., Summers, J. D. A user study of interpretability of engineering design representations // Journal of Engineering Design. 2012. Vol. 23. No. 6. P. 443–468. DOI: 10.1080/09544828.2011.615302
9. Capobianco B. M., Rup M. STEMTeachers' Planned and Enacted Attempts at Implementing Engineering Design-Based Instruction // School Science and Mathematics, 2014. Vol. 114, No. (6). P. 258–270. <https://doi.org/10.1111/ssm.12078>
10. Kuen-Yi Lin, Ying-Tien Wu, Yi-Ting Hsu and P. John Williams. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking Lin et al. // International Journal of STEM Education, 2021, Vol. 8. No. 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
11. Панов В.И. Этапы овладения профессиональными действиями: экпсихологическая модель становления субъектности // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2016. № 4. С. 16–25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-ovladieniya-professionalnymi-deystviyami-ekopsihologicheskaya-model-stanovleniya-subektnosti> (дата обращения: 19.04.2025)
12. Slobodchikov V.I., Korolkova I.V., Ostapenko A.A., Zakharchenko M.V., Shestun Y.V., Rybakov S.Y., Moiseyev D.A., Korotkikh S.N. The systemic crisis in education as a threat to Russia's national security // Russian education and society. 2015. Vol. 60. No. 4. P. 439–462. <https://doi.org/10.1080/10609393.2018.1495022>
13. Ясвин В.А., Котов Р.И. Основы проектирования сетевой модели русских международных школ // Вестник МГИМО-Университета. 2023. Т. 16. № 4. С. 34–55. <https://doi.org/10.24833/2071-8160-2023-4-91-34-55>
14. Игнатъева Г.А. Школа педагогической инженерии: монография. Москва: Триумф, 2023. 197 с.
15. Kuen-Yi Lin, Ying-Tien Wu, Yi-Ting Hsu & P. John Williams. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking // International Journal of STEM Education. 2012. Vol. 8. No. 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>
16. Rüttemann Tiia. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking // Problems Of education in the 21st century. 2023. Vol. 81, No. 4. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-85652-5>
17. Лаврентьев М. А. Наука. Технический прогресс. Кадры // Сборник статей и выступлений. 1957—1979 гг. Новосибирск: Наука, 1980. 88 с.
18. Nicolescu B. Transdisciplinarity - Theory and Practice (Ed.). Cresskill, NJ, USA 2008. 210 p.
19. Kolodyazhna A. Psychological characteristics of transprofessional competences of a vocational education teacher // To Be or Not to Be a Great Educator. Conference: ATEE 2022 Annual Conference. Riga. Latvia, 2023. P. 124–139. <https://doi.org/10.22364/atee.2022.08>
20. Mohamad M. M., Yee M. H., Tee T. K., Ibrahim Mukhtar, M. & Ahmad, A. Soft Skills in Pedagogical Practices

- with Different Curriculum for Engineering Education / IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. Vol. 226. P. 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/226/1/012191/>
21. Atkinson H. The Beginnings of Wisdom: Challenges in Engineering Education // Engineering. 2016. Vol. 2. No. 1. P. 45–47. <http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2016.01.03>
 22. Mote C. D. Jr., Dowling D. A., Zhou J. The Power of an Idea: The International Impacts of the Grand Challenges for Engineering // Engineering. 2016. Vol. 2, No. 1, P. 4–7. <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.01.025>
 23. Şans Baş, Fatma Nur Büyükbayraktar. Investigating the Process of Preparing STEM-Based Activities and Their Impact on Science Teacher Candidates' STEM Awareness // PREPRINT (Version 1). 05 September 2024. P. 1–22. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4303469/v1>
 24. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. Москва: Либроком. 2010. 280 с.
 25. Баева И.А. Психологическая безопасность образовательной среды: становление направления и перспективы развития // Экстремальная психология и безопасность личности. 2024. Том 1. № 3. С. 5–19. <https://doi.org/10.17759/epps.2024010301>
 26. Степин В.С., Кузнецова Л.Ф. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации: монография. Москва: ИФРАН, 1994. 274 с.
 27. Моисеев Н. Н. Система «Учитель» и современная экологическая обстановка // Экология и жизнь. 2010. № 2. С. 4–7. URL: <https://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=813> (дата обращения: 22.04.2025)
 28. Винокурова Н.Ф. Коеволюционный субъектно-деятельностный подход как методологический базис развития экологического образования и воспитания для устойчивого развития // Вестник международной академии наук (русская секция). 2022. Вып. 2. С. 30–32. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/koevoljutsionnyy-subektno-deyatelnostnyy-podhod-kak-metodologicheskij-bazis-razvitiya-ekologicheskogo-obrazovaniya-i-vozpitiya> (дата обращения: 22.04.2025)
 29. Князева Е.Н. Трансдисциплинарные стратегии исследований // Вестник ТГПУ. 2011. № 10 (112). С. 193–201. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transdistsiplinarnye-strategii-issledovaniy/viewer> (дата обращения: 22.04.2025)
 30. Райцев А.В., Тахохов Б.А. О профессиональной компетентности выпускника вуза // Вестник Северо-Осетинского государственного университета имени Коста Левановича Хетагурова. 2014. № 4. С. 268–273.
 31. Вербицкий А.А. Контекстное обучение в системе дополнительного образования педагога // Нижегородское образование. 2012. № 1. С. 36–42. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontekstnoe-obuchenie-v-sisteme-dopolnitelnogo-obrazovaniya-pedagoga> (дата обращения: 22.04.2025)
 32. Федотова О.И. Контекстное обучение в компетентностном подходе // Вестник развития науки и образования. 2009. № 3. С. 80–81.
 33. Faikhamta C., Ketsing J., Tanak A. et al. Science teacher education in Thailand: a challenging journey // Asia-Pacific Science Education. 2018. Vol. 4. No. 3. <https://doi.org/10.1186/s41029-018-0021-8>
 34. Ryu M., Mentzer N., Knobloch, N. Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation // International Journal of Technology and Design Education. 2019. No. 29. P. 493–512. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9440-9>
 35. Anisimova T. I., F.M. Sabirova, O.V. Shatunov. Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education // International Journal of Emerging Technologies in learning (IJET). 2020. Vol. 15. No. 02. P. 204–217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
 36. Veloso L., Marques J.S. Designing science laboratories: learning environments, school architecture and teaching and learning models // Learning Environments Research. 2017. Vol. 20. P. 221–248. <https://doi.org/10.1007/s10984-017-9233>
 37. Alekseiieva H., Petukhova L., Nesterenko M., Petryk K., Bernátová R. Quasi-professional educational environment in the professional training of future teachers // Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE. 2023. Vol. 24. No. 2. P. 19–31. <https://doi.org/10.17718/tojde.1078800>
 38. Lucas B., Hanson J. Thinking like an engineer: using engineering habits of mind to redesign engineering education for global competitiveness // Conference: SEFI 2014 42nd Annual Conference At: The attractiveness of Engineering; Curriculum development. Birmingham, UK, 2014. https://www.researchgate.net/publication/271853837_Thinking_like_an_engineer_Using_engineering_habits_of_mind_to_redesign_engineering_education_for_global_competitiveness
 39. Мамедов Н. М. Концепция устойчивого развития: глобальное видение и российская действительность // Экопозис: экогуманитарные теория и практика. 2021. Т. 2. № 1. С. 6–12. <https://doi.org/10.24412/2713-1831-2021-1-6-12>
 40. Громыко Ю.В., Просекин М.Ю. Деятельностная когнитивистика в условиях цифровизации. // Вопросы философии. 2024. № 4. С. 2–52. <https://doi.org/10.21146/0042-8744-2024-4-42-52>
 41. Виноградова Н. В., Землякова Г. М. Педагогический инжиниринг как средство формирования научно-методологического мышления обучающихся направления подготовки 44. 04. 01 "Педагогическое образование" // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2018. Т. 7. № 1 (22). С.73–79. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskij-inzhiniring-kak-sredstvo-formirovaniya-nauchno-metodologicheskogo-myshleniya-obuchayuschih-sya-napravleniya> (дата обращения 17.04.2025)
 42. Данилаев Д.П., Маливанов Н.Н. Технологическое образование и инженерная педагогика. Образование и наука. 2020. 22(3). С. 55–82. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2020-3-55-82>

REFERENCES

1. UNESCO: Engineering for sustainable development: executive summary; corporate author. 2021, 19 p. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375634> (accessed 25 March 2025)
2. Decree on the national development goals of the Russian Federation for the period up to 2030 and for the perspective up to 2036. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_297432/ (accessed 25 April 2025)
3. Zeer E.F., Konovalov A.A. Professional Development of Teachers: A Psychological Portrait. *Education and Science*, 2025, vol. 27, no. 4, pp. 149-174. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-8-12-48
4. Andryukhina L.M., Guzanov B.N., Anakhov S.V. Engineering thinking: vectors of development in the context of transformation of the scientific picture of the world. *Education and science. Scientific journal*, 2023, vol. 25, no. 8, pp. 12-48. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/inzhenernoe-myshlenie-vektory-razvitiya-v-kontekste-transformatsii-nauchnoy-kartiny-mira/viewer/> (accessed 1 May 2025).
5. Shchedrovitsky G.P. Processes and structures in thinking (lecture course). From the archive of G. P. Shchedrovitsky. Vol. 6. Moscow, Put' Publ., 2003. 320 p. (In Russ)
6. Bilder E. A., Ivanova A. D. Modern requirements for the development of engineering education: the formation of project thinking and management skills. Materials of the scientific and practical conference: Engineering thinking: features and technologies of reproduction. Ekaterinburg, Russian Federation, 2018, pp. 139-143. Available at: https://philos-urgu.ru/fileadmin/user_upload/site_15519/Inzhenernoe_myshlenie_Osobennosti_i_tekhnologii_vosпроизводства..pdf (accessed 10 May 2025).
7. Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. Engineering design processes A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 2013, vol. 96, no. 4, pp. 359-379. Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x> (accessed 30 March 2025).
8. Hannah, R., Joshi, S., Summers, J. D. A user study of interpretability of engineering design representations. *Journal of Engineering Design*, 2012, vol. 23, no. 6, pp. 443-468. Available at: http://www.researchgate.net/publication/228971468_A_user_study_of_interpretability_of_engineering_design_representations (accessed 25 March 2025).
9. Capobianco B. M., Rup M. STEM Teachers' Planned and Enacted Attempts at Implementing Engineering Design-Based Instruction. *School Science and Mathematics*, 2014, vol. 114, no. 6, pp. 258-270. Available at: http://www.researchgate.net/profile/Bm-Capobianco/publication/266378782_STEM_Teachers%27_Planned_and_Enacted_Attempts_at_Implementing_Engineering_Design-Based_Instruction/links/5dcc10344585151435092033/ (accessed 25 March 2025).
10. Kuen-Yi Lin, Ying-Tien Wu, Yi-Ting Hsu & P. John Williams. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 2012, vol. 8, no. 1. Available at: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-020-00258-9> (accessed 25 March 2025).
11. Panov V.I. Stages of mastering professional actions: an ecopsychological model of subjectivity formation. *Bulletin of the Moscow University. Episode 14. Psychology*, 2016, no. 4, pp.16-25. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/etapy-ovladieniya-professionalnymi-deystviyami-ekopsihologicheskaya-model-stanovleniya-subektnosti> (дата обращения: accessed April 2025) (In Russ)
12. Slobodchikov V.I., Korolkova I.V., Ostapenko A.A., Zakharchenko M.V., Shestun Y.V., Rybakov S.Y., Moiseyev D.A., Korotkikh S.N. The systemic crisis in education as a threat to Russia's national security. *Russian education and society*, 2015, vol. 60, no 4, pp. 439-462. DOI: 10.1080/10609393.2018.149502213
13. Yasvin V.A., Kotov R.I., Fundamentals of Designing a Network Model of Russian International Schools. *Vestnik MGIMO-Universiteta*, 2023, vol. 16, no. 4, pp. 34-55. Available at: <https://www.vestnik.mgimo.ru/jour/article/view/3480> (accessed 25 March 2025).
14. Ignatyeva G.A. School of Pedagogical Engineering: monograph. Moscow, Triumph Publ., 2023. 197 p. (In Russ)
15. Kuen-Yi Lin, Ying-Tien Wu, Yi-Ting Hsu & P. John Williams. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 2012, vol. 8, no. 1. Available at: <https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-020-00258-9> (accessed 25 March 2025).
16. Tiia Rüttnann. Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *Problems of education in the 21st century*, 2023, vol. 81, no. 4, pp. Available at: <https://oaji.net/articles/2023/457-1691444308/> (accessed 1 May 2025).
17. Lavrentiev M. A. Science. Technical progress. Personnel: Coll. articles and speeches. 1957-1979. Novosibirsk, Nauka Publ., 1980. 88 p.(In Russ)
18. Nicolescu B. Transdisciplinarity - Theory and Practice (Ed.),. Cresskill, NJ, USA, 2008. 210 p.
19. Kolodyazhna A. Psychological characteristics of transprofessional competences of a vocational education teacher. To Be or Not to Be a Great Educator. *Conference: ATEE 2022 Annual Conference. Riga, Latvia*, 2023. pp. 124-139. DOI: 10.22364/atee.2022.08
20. Mohamad M. M., Yee M. H., Tee T. K., Ibrahim Mukhtar, M. & Ahmad, A. Soft Skills in Pedagogical Practices with Different Curriculum for Engineering Education. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 226, International Research and Innovation Summit (IRIS2017)*, Melaka, Malaysia, 2017, pp. 1-8, DOI: 10.1088/1757-899X/226/1/012191

21. Atkinson H. The Beginnings of Wisdom: Challenges in Engineering Education. *Engineering*, 2016, vol. 2, Issue 1, pp. 45–47. Available at: http://www.researchgate.net/publication/301827957_The_Beginnings_of_Wisdom_Challenges_in_Engineering_Education/ (accessed 17 May 2025).
22. Mote C. D. Jr., Dowling D. A., Zhou J. The Power of an Idea: The International Impacts of the Grand Challenges for Engineering. *Engineering*, 2016, vol. 2, no. 1, pp. 4–7. Available at: http://www.researchgate.net/publication/301828049_The_Power_of_an_Idea_The_International_Impacts_of_the_Grand_Challenges_for_Engineering/ (accessed 17 March 2025).
23. Şans Baş, Fatma Nur Büyükbayraktar. Investigating the Process of Preparing STEM-Based Activities and Their Impact on Science Teacher Candidates' STEM Awareness, 05 September 2024, PREPRINT (Version 1), pp. 1–22. DOI: 10.21203/rs.3.rs-4303469/v1
24. Novikov A. M., Novikov D. A. Methodology of scientific research. Moscow, Librokom Publ., 2010. 280 p. (In Russ)
25. Baeva I. A. Psychological safety of the educational environment: formation of the direction and development prospects. *Extreme psychology and personal safety*, 2024, vol. 1, no. 3, pp. 5–19. DOI: 10.17759/epps.2024010301
26. Stepin V.S., Kuznetsova L.F. Scientific picture of the world in the culture of technogenic civilization. Moscow, IFRAS Publ., 1994. 274 p. (In Russ)
27. Moiseev N. N. The "Teacher" system and the modern environmental situation. *Ecology and life*, 2010, no. 2, pp. 4–7. Available at: <https://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=813> (accessed 22 April 2025)
28. Vinokurova NF Coevolutionary subject-activity approach as a methodological basis for the development of environmental education and upbringing for sustainable development. *Bulletin of the International Academy of Sciences (Russian Section)*, 2022, issue 2, pp. 30–32. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/koevolyutsionnyy-subektno-deyatelnostnyy-podhod-kak-metodologicheskiiy-bazis-razvitiya-ekologicheskogo-obrazovaniya-i-vospitaniya> (accessed 25 March 2025).
29. Knyazeva E.N. Transdisciplinary Research Strategies. *Bulletin of TSPU*, 2011, vol. 10, no. 112, pp. 193–201. Available at: https://vestnik.tspu.ru/en/archive.html?year=2011&issue=10&article_id=3099 (accessed 30 March 2025).
30. Raitsev A. V., Takhokhov B. A. On the Professional Competence of a University Graduate. *Bulletin of the North Ossetian State University named after Kosta Levonovich Khetagurov*, 2014, vol. 4, pp. 268–273. Available at: https://www.bulletinnosu.ru/issues/Archive/section.php?ELEMENT_ID=1090 (accessed 30 March 2025).
31. Verbitsky A.A. Contextual Learning in the System of Additional Education of a Teacher. *Nizhny Novgorod Education*, 2012, vol. 1, pp. 36–42. Available at: <http://www.nizhobr.nironn.ru/ru/winrar?page=1> (accessed 15 March 2025).
32. Fedotova O.I. Contextual learning in the competence-based approach. *Bulletin of the development of science and education*, 2009, vol. 3, pp. 80–81. Available at: http://www.sced.ru/ru/index.php?option=com_content&view=article&id=491:vno-archive-2&catid=43&Itemid=156 (accessed 15 March 2025).
33. Faikhamta C., Ketsing J., Tanak A. et al. Science teacher education in Thailand: a challenging journey. *Asia-Pacific Science Education*, 2018, vol. 4, no. 3. Available at: <https://apse-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s41029-018-0021-8> (accessed 17 May 2025).
34. Ryu M., Mentzer N., Knobloch, N. Preservice teachers' experiences of STEM integration: challenges and implications for integrated STEM teacher preparation. *International Journal of Technology and Design Education*, 2019, no. 29, pp. 493–512. DOI: 10.1007/s10798-018-9440-9
35. Anisimova T. I., F.M. Sabirova, O.V. Shatunov. Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 2020, vol. 15, no. 02, pp. 204–217. DOI: 10.3991/ijet.v15i02.11537
36. Veloso L., Marques J.S. Designing science laboratories: learning environments, school architecture and teaching and learning models. *Learning Environments Research*, 2017, vol. 20, pp. 221–248. DOI: 10.1007/s10984-017-9233-1
37. Alekseiieva H., Petukhova L., Nesterenko M., Petryk K., Bernátová R. Quasi-professional educational environment in the professional training of future teachers. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 2023, vol. 24, no. 2, pp. 19–31. DOI: 10.17718/tojde.1078800
38. Lucas B., Hanson J. Thinking like an engineer: using engineering habits of mind to redesign engineering education for global competitiveness. 2014. *Conference: SEFI 2014 42nd Annual Conference At: The attractiveness of Engineering; Curriculum development. Birmingham, UK*, 2014. Available at: https://www.researchgate.net/publication/271853837_Thinking_like_an_engineer_Using_engineering_habits_of_mind_to_redesign_engineering_education_for_global_competitiveness (accessed 17 May 2025).
39. Mamedov N. M. The concept of sustainable development: global vision and Russian reality. *Ecopoiesis: eco-humanitarian theory and practice*, 2021, vol. 2, no. 1, pp. 6–12. DOI: 10.24412/2713-1831-2021-1-6-12
40. Gromiko Yu.V., Prosekin M.Yu. Activity-based cognitive science in the context of digitalization. *Questions of Philosophy*, 2024, no. 4, pp. 2–52. DOI: 10.21146/0042-8744-2024-4-42-52
41. Vinogradova N. V., Zemlyakova G. M. Pedagogical engineering as a means of forming scientific and methodological thinking of students of the training program 44. 04. 01 "Pedagogical education". *Azimuth of scientific research: pedagogy and psychology*, 2018, vol. 7, no. 1 (22), pp. 73–79. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/pedagogicheskiiy-inzhiniring-kak-sredstvo-formirovaniya-nauchno-metodologicheskogo-myshleniya-obuchayuschihsya-napravleniya/viewer> (accessed 17 May 2025).
42. Danilaev D. P., Malivanov N. N. Technological education and engineering pedagogy. *Education and Science*, 2020, vol. 22, no. 3, pp. 55–82. DOI: 10.17853/1994-5639-2020-3-55-82

Автор**Демидова Наталья Николаевна**

(Россия, г. Нижний Новгород)

Доцент, доктор педагогических наук, профессор кафедры общей и социальной педагогики, декан педагогического факультета

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

E-mail: demidovanngео@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-3536-7382

Scopus Author ID: 57192239916

Винокурова Наталья Федоровна

(Россия, г. Нижний Новгород)

Профессор, доктор педагогических наук, профессор кафедры географии, географического и геоэкологического образования

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

E-mail: vinokurova_n_f@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2673-7700

Scopus Author ID: 57191517203

Лощилова Анна Александровна

(Россия, г. Нижний Новгород)

Доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей и социальной педагогики

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

E-mail: annet_787@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-6296-5516

Scopus Author ID: 57204900034

Зулхарнаева Анастасия Васильевна

(Россия, г. Нижний Новгород)

Кандидат педагогических наук, доцент кафедры общей и социальной педагогики

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

E-mail: avhahina@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-2210-8648

Scopus Author ID: 57211238304

Author**Natalya N. Demidova**

(Russia, Nizhny Novgorod)

Associate Professor, Dr. Sci. (Educ.), Professor in the Department of General and Social Pedagogics, Dean of the Faculty of Education

Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University

E-mail: demidovanngео@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0003-3536-7382

Scopus Author ID: 57192239916

Natalya F. Vinokurova

(Russia, Nizhny Novgorod)

Professor, Dr. Sci. (Educ.), Professor in the Department of Geography, Geographical and Geoecological Education Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University

E-mail: vinokurova_n_f@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-2673-7700

Scopus Author ID: 57191517203

Anna A. Loschilova

(Russia, Nizhny Novgorod)

Associate Professor, Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor of the Department of General and Social Pedagogy Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University

E-mail: annet_787@mail.ru

ORCID ID: 0000-0002-6296-5516

Scopus Author ID: 57204900034

Anastasia V. Zulkharnaeva

(Russia, Nizhny Novgorod)

Cand. Sci. (Educ.), Associate Professor, Department of General and Social Pedagogy Kozma Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University

E-mail: avhahina@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-2210-8648

Scopus Author ID: 57211238304

Вклад авторов**Демидова Н. Н.:** концептуализация, проведение исследования, ресурсы, администрирование данных, руководство исследованием, администрирование проекта, получение финансирования, создание рукописи и её редактирование**Винокурова Н. Ф.:** концептуализация, методология, проведение исследования, программное обеспечение, создание черновика рукописи, создание рукописи и её редактирование**Лощилова А. А.:** концептуализация, методология, программное обеспечение, проведение исследования, верификация данных, формальный анализ, создание рукописи и её редактирование, визуализация**Зулхарнаева А. В.:** концептуализация, программное обеспечение, проведение исследования, верификация данных, формальный анализ, создание рукописи и её редактирование**Author's contribution****Natalya N. Demidova:** Conceptualization, Investigation, Resources, Data Curation, Supervision, Project administration, Funding acquisition, Writing - Review & Editing**Natalya F. Vinokurova:** Conceptualization, Methodology, Investigation, Software, Writing - Original Draft, Writing - Review & Editing**Anna A. Loschilova:** Conceptualization, Methodology, Software, Investigation, Validation, Formal analysis, Writing - Review & Editing, Visualization**Anastasia V. Zulkharnaeva:** Conceptualization, Software, Investigation, Validation, Formal analysis, Writing - Review & Editing

© Н. Н. Демидова, Н. Ф. Винокурова, А. А. Лощилова, А. В. Зулхарнаева, 2025

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

© Natalya N. Demidova Natalya F. Vinokurova Anna A. Loschilova Anastasia V. Zulkharnaeva, 2025

The authors declared no conflicts of interest