



Оригинальное исследование

УДК 378.147:51-912

DOI: 10.18413/2313-8971-2026-12-3-0-4

¹⁾ Косенкова Я.О.*,
²⁾ Витохина Н.Н. ,
²⁾ Остапенко С.И. 

Математическая вертикаль: практика сетевого взаимодействия педагогического института и многопрофильной гимназии через реализацию междисциплинарных STEM-проектов

¹⁾ Гимназия №2 г. Белгорода
ул. Некрасова, д. 19, г. Белгород, 308023, Россия
²⁾ Белгородский государственный национальный
исследовательский университет
ул. Студенческая, д. 14, г. Белгород, 308007, Россия
kosenkova.ja@yandex.ru*

*Статья поступила 29 апреля 2026; принята 15 сентября 2026;
опубликована 30 сентября 2026*

Аннотация. *Введение.* Реализация программы «Математическая вертикаль» требует перехода от предметного обучения к междисциплинарному STEM-проектированию. Предложенный подход устраняет дефицит научно-методических механизмов интеграции вузовской и школьной систем для совместного проектирования практико-ориентированного математического содержания. *Цель исследования* заключается в обосновании опыта сетевого взаимодействия педагогического института и многопрофильной гимназии при реализации междисциплинарных STEM-проектов в рамках программы «Математическая вертикаль», выявив условия его успешной трансляции. *Методология и методы.* Работа основана на принципе инверсивного распределения ролей субъектов образовательного процесса и реализуется через технологию сквозных междисциплинарных STEM-проектов для интенсификации освоения учащимися программных модулей «Математической вертикали». Исследование проводилось на базе НИУ «БелГУ» и МБОУ «Гимназия №2» г. Белгорода. Применялись методы анализа, синтеза, обобщения, а также педагогическое наблюдение за динамикой проектных команд, интервью с учителями, формирующий эксперимент. *Результаты.* Показана педагогическая практика совместного проектирования уроков студентами и учителями, где студенты выступают как соразработчики, а учитель – как наставник и эксперт. Выявлено, что передача студентам роли архитекторов образовательной среды не снижает качество предметной подготовки школьников. Интеграция ресурсов вуза и школы через инверсию ролей участников образовательного процесса позволяет трансформировать программу «Математическая вертикаль» из системы углубленного репетиторства в полноценную экосистему подготовки инженерных кадров, обеспечивая синергетический эффект для всех субъектов образования.

Ключевые слова: математическая вертикаль; проектное обучение; STEM-образование; сетевое взаимодействие; метод проектов в математике

Информация для цитирования: Косенкова Я.О., Витохина Н.Н., Остапенко С.И. Математическая вертикаль: практика сетевого взаимодействия педагогического

института и многопрофильной гимназии через реализацию междисциплинарных STEM-проектов // Научный результат. Педагогика и психология образования. 2026. Т.12. №3. С. 44-56. DOI: 10.18413/2313-8971-2026-12-3-0-4.

Благодарности. Статья посвящается 150-летию Белгородского национального исследовательского университета и его многолетней традиции научного исследования психолого-педагогических механизмов становления личности, передовых образовательных практик, интеграции науки, образования и воспитания.

¹⁾ Ya.O. Kosenkova*,

²⁾ N.N. Vitokhina ,

²⁾ S.I. Ostapenko 

Mathematical vertical: the practice of networking between a pedagogical institute and a multidisciplinary gymnasium through the implementation of interdisciplinary STEM projects

¹⁾ Gymnasium №2 Belgorod,
19 Nekrasov St., Belgorod, 308023, Russia
²⁾ Belgorod State National Research University,
14 Studencheskaya St., Belgorod, 308007, Russia
kosenkova.ja@yandex.ru*

*Received on April 29, 2026; accepted on September 15, 2026;
published on September 30, 2026*

Abstract. Introduction. The implementation of the Mathematical Vertical program requires a transition from subject-based instruction to interdisciplinary STEM project-based learning. The proposed mechanism addresses the shortage of scientific and methodological mechanisms for integrating university and school systems for the joint design of practice-oriented mathematical content. *The aim of the study* is to substantiate the experience of network interaction between a pedagogical institute and a multidisciplinary gymnasium in implementing interdisciplinary STEM projects within the framework of the “Mathematical Vertical” program, identifying the conditions for its successful implementation. *Methodology and methods.* The work is based on the principle of inverted distribution of roles among the participants in the educational process and is implemented through the technology of cross-cutting interdisciplinary STEM projects to intensify students’ mastery of the program modules of the Mathematical Vertical. The study was conducted at Belgorod State National Research University and Gymnasium №2 in Belgorod. Methods of analysis, synthesis, and generalization were used, along with pedagogical observation of the dynamics of project teams, interviews with teachers, and a formative experiment. *Results.* The article demonstrates the pedagogical practice of jointly designing lessons by students and teachers, where students act as co-developers, and the teacher acts as a mentor and expert. It was revealed that assigning students the role of architects of the educational environment does not reduce the quality of students’ subject-specific training. By integrating the resources of a university and a school through the inversion of the roles of the participants in the educational process, it is possible to transform the Mathematical Vertical program from a system of advanced tutoring into a full-fledged ecosystem for training engineering personnel, ensuring a synergistic effect for all participants in the education process.

Keywords: mathematical vertical; project-based learning; STEM education; networking; project-based learning in mathematics

Information for citation: Kosenkova, Ya.O., Vitokhina, N.N. and Ostapenko, S.I. (2026), "Mathematical vertical: the practice of networking between a pedagogical institute and a multidisciplinary gymnasium through the implementation of interdisciplinary STEM projects", *Research Result. Pedagogy and Psychology of Education*, 12 (3), 44-56, DOI: 10.18413/2313-8971-2026-12-3-0-4.

Acknowledgments. This article is dedicated to the 150th anniversary of Belgorod National Research University and its long-standing tradition of researching the psychological and pedagogical mechanisms of personality development, advanced educational practices, and the integration of science, education, and upbringing.

Введение (Introduction). Современный этап развития российской экономики, определяемый курсом на достижение технологического суверенитета, и переход к экономике знаний, предъявляет принципиально новые требования к качеству общего образования. Приоритетной государственной задачей становится обеспечение сквозной подготовки инженерных кадров, начиная со ступени основной школы (Распоряжение Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р «Об утверждении комплексного плана модернизации общего образования»¹). Ключевым инструментом решения этой задачи выступает программа «Математическая вертикаль», направленная на выявление и развитие математически одаренных детей. (Приказ ДОНМ № 835 от 27.08.2025 «Об утверждении условий приема в классы проекта «Математическая вертикаль» в 2026/2027 уч. г.»²). Программа не является отдельным уровнем, а представляет собой углубленный компонент внутри основной школьной программы. Однако реализация данной программы в рамках традиционной классно-урочной системы сталкивается с системным противоречием: академическая глубина содержания курса алгебры и геометрии вступает в конфликт с необходимостью формирования у школьников прикладных навыков применения математики для решения реальных междисциплинарных задач (STEM-подход). Данный тезис находит подтверждение в современных исследованиях проблем школьного образования. Как отмечается в работах по интеграции STEM-подходов, традиционная классно-урочная система исторически заточена под репродуктивную передачу академических знаний (Андреева, Михайлик, 2021). Следствием этой особенности становится эпизодичность современного сотрудничества вузов и школ, которое реализуется либо через студенческие факультативы без изменения школьной программы. Существующая практика сетевого взаимодействия часто носит фрагментарный характер, либо университет делегирует студентам проведение факультативов по углубленной математике (сохраняя предметную замкнутость), либо школа привлекает вузовские лаборатории без глубокой методической переработки учебного процесса. Это приводит к тому, что потенциал программы «Математическая вертикаль» реализуется не в полной мере: школьники успешно решают олимпиадные задачи, но испытывают трудности при переносе математического аппарата в контекст физики, информатики или инженерного проектирования. Связь с важнейшими задачами науки и практики определяется положениями следующих нормативных документов: Паспорт стратегии

¹ Распоряжение Правительства РФ от 01.10.2021 № 2765-р «Об утверждении Единого плана по достижению национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года и на плановый период до 2030 года» // Официальный интернет-портал правовой информации. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202110040001> (дата обращения: 03.09.2026).

² Приказ от 27.08.2025 № Пр-835 «Об утверждении стандартов городских образовательных проектов "Естественно-научная вертикаль", "ИТ-вертикаль", "Математическая вертикаль" и "Математическая вертикаль ПЛЮС"..." // Официальный сайт Мэра Москвы. URL: <https://www.mos.ru/donm/documents/normativnye-pravovye-akty/view/330185220/> (дата обращения: 03.09.2026).

научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента РФ от 01.12.2016 № 642): необходимость формирования целостной системы подготовки исследователей и инженеров нового поколения; Концепция развития математического образования в Российской Федерации (утв. распоряжением Правительства РФ от 24.12.2013 № 2506-р): акцент на индивидуализацию траекторий и поддержку педагогов, работающих с одаренными детьми³.

Анализ публикаций в РИНЦ и eLIBRARY, по ключевым словам, «STEM-образование», «проектно-исследовательская деятельность» и «межпредметная интеграция» подтверждает широкое распространение данного феномена. Исследователи (Бухтеева, 2014; Сергеев, Блинов, 2021) убедительно доказали эффективность деятельностного подхода. Вопросы организации профильного обучения и работы с математически одаренными детьми рассматриваются в трудах И.В. Яценко, С.В. Дворянинова, А.И. Савенкова (Яценко, Высоцкий, 2020; Савенков, 2023). Практики сетевого взаимодействия «школа – вуз» описаны в контексте довузовской подготовки (Караваева, Пилипенко, Жидков, Серова, 2016).

Вместе с тем, несмотря на обилие работ, посвященных отдельным элементам заявленной темы (Андреева, Михайлик, 2021), остается нерешенным ряд существенных проблем:

- большинство исследований рассматривают STEM-проекты как надстройку над основным учебным процессом. Не разработана структура, где междисциплинарный проект является не дополнением, а способом освоения программного материала «Математической вертикали»;

- учителя математики гимназий, обладая глубоким предметным знанием, зачастую не имеют опыта руководства полипредметными инженерными проектами и слабо владеют технологиями тьюторского сопровождения. Студенты же педагогических институтов знают современные технологии, но не обладают достаточным авторитетом и фундаментальной базой для наставничества над одаренными школьниками (Акулова, Писарева, 2005);

- отсутствуют апробированные диагностические инструменты оценки образовательных результатов именно междисциплинарных STEM-проектов в математических классах. Оценка традиционно сводится к защите реферата или презентации (Зеер, Сыманюк, 2026).

В отличие от современных представлений, рассматривающих студента педвуза преимущественно как помощника учителя, предлагаемая в данном случае практика наделяет его статусом младшего научного сотрудника и инженера-методиста. Фундаментальное отличие состоит в том, что проектирование самого урока или модуля «Математической вертикали» становится общим совместным научно-исследовательским проектом для команды «доцент кафедры методики – студент магистратуры – учитель гимназии»⁴. Это дополняет существующие подходы следующими новыми элементами: введение в научный оборот понятия «инверсивной ролевой матрицы» в сетевом взаимодействии, где ответственность за техническое решение несет вуз, за дидактическую адаптацию – студент под руководством вуза, а за удержание предметной логики – гимназия; разработка механизма «сквозного кейса», когда одна сложная инженерная проблема (например, расчет оптимальной конструкции крыла беспилотного аппарата) решается последовательно: на физике изучается аэродинамика, на математике строится дифференциальная модель подъемной силы, на информатике пишется симулятор, а итоговая защита проекта проходит перед комиссией из преподавателей института и представителей промышленных партнеров. Эффективность внедрения данных механизмов обусловила необходимость научного анализа имеющегося опыта. В связи с этим **цель исследования** заключается в обосновании

³ Указ Президента РФ от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» // СЗ РФ. 2014. № 1 (ч. II). Ст. 71 (Раздел IV, с. 4–5).

⁴ Формирование когнитивных умений на внеурочной деятельности в проекте «Математическая вертикаль» с помощью STEM-кейсов. 2025. URL: <https://yandex.ru/video/preview/12994332391371287017> (дата обращения: 19.08.2026).

опыта сетевого взаимодействия педагогического института и многопрофильной гимназии при реализации междисциплинарных STEM-проектов в рамках программы «Математическая вертикаль», выявив условия его успешной трансляции.

Методология и методы исследования (Methodology and methods). Методологической основой исследования выступают фундаментальные положения системного подхода к организации сетевого взаимодействия «школа-вуз» (Бордовская, 2005), личностно-ориентированного сопровождения одаренных школьников в рамках программы «Математическая вертикаль» (Пискунова, Клиницкий, Филиппов, 2022), аксиологического измерения ценности инженерного образования и деятельностного подхода к освоению междисциплинарных STEM-кейсов (Семенов, Поликарпов, 2020; Бухтеева, 2014).

Методы, применяемые для реализации предложенного подхода к организации STEM-проектирования, носили как теоретический (анализ нормативно-правовой базы РФ, анализ, синтез, обобщение и пр.), так и эмпирический характер (педагогическое наблюдение за динамикой проектных команд, интервью с учителями, формирующий эксперимент).

Опытно-экспериментальная работа проходила с 2025 по 2026 годы на базе МБОУ «Гимназия №2» г. Белгорода. В исследовании приняли участие 120 человек: их них 80 учащихся 8-9 классов (40 вошли в экспериментальную группу, реализующую STEM-проекты, и 40 составили контрольную группу с традиционным обучением), а также 30 студентов 3-4 курсов факультета математики и естественнонаучного образования Педагогического института НИУ «БелГУ». Студенты выступали в роли архитекторов образовательной среды и тьюторов, осуществляя педагогическое сопровождение, направленное на трансформацию предметных знаний школьников в прикладные инженерные навыки.

Научные результаты и дискуссия (Research Results and Discussion). Исследование направлено на сетевое взаимодействие педагогического вуза и гимназии в рамках проектной деятельности по программе «Математическая вертикаль», что значительно повышает академическую успеваемость учащихся. Данный эффект достигается за счет перераспределения функционала внутри команды: студенты разрабатывают методический дизайн проектов, педагоги гимназии обеспечивают их вписанность в программу, а преподаватели института курируют вопросы математического моделирования. Эффективность предложенного механизма организации взаимодействия оценивалась через три группы индикаторов, представленных в табл. 1.

Таблица 1

**Индикаторы эффективности реализации практики сетевого взаимодействия
«Педагогический институт-Гимназия»**

Table 1

**Indicators of the effectiveness of implementing the practice of network interaction
“Pedagogical Institute-Gymnasium”**

Учебная результативность школьников	Профессиональное становление студентов	Продуктивность деятельности учителей
Динамика средних баллов по профильным модулям «Математической вертикали» (алгебра, геометрия) и качество защиты итогового STEM-проекта (оценка экспертной комиссии).	Уровень сформированности проектных компетенций (методика А.К. Марковой в адаптации ДПО), измеренный до и после эксперимента.	Снижение трудозатрат на подготовку к урокам за счет использования готовых студенческих дидактических пакетов (хронометраж рабочего времени).

Исследование состояло из трех последовательных этапов, описанных в табл. 2.

Таблица 2

Этапы исследования оцениваемых индикаторов проектной деятельности

Table 2

Stages of studying the evaluated indicators of project activity

Этапы	Описание	Деятельность участников эксперимента
Этап 1. Диагностико-проектировочный (сентябрь – октябрь 2025)	Проведение констатирующего среза (контрольная работа по стереометрии и теории вероятностей) в экспериментальной и контрольной группах. Семинары-практикумы для студентов по методике организации проектной деятельности (ТРИЗ-педагогика, дизайн-мышление). Совместная сессия «Университет-Школа» для генерации тем сквозных STEM-кейсов.	Студенты разрабатывали детальный сценарий уроков, готовили раздаточные материалы с ошибками для поиска школьниками (кейс-метод) и настраивали цифровую среду (LMS Moodle БелГУ). Учителя выполняли роль модераторов дискуссии и экспертов, проверяющих соответствие расчетов законам физики или ГОСТам (в проекте по расчету прочности конструкций). Школьники работали в лаборатории университета 1 раз в месяц, используя оборудование для 3D-печати макетов своих математических моделей. <i>Пример манипуляции:</i> При изучении темы «Производная функции» студенты предложили школьникам кейс «Оптимизация формы крыла беспилотника». Вместо решения примеров из учебника, ученики самостоятельно выводили функцию подъемной силы, находили ее экстремум средствами дифференциального исчисления и печатали оптимизированную модель на 3D-принтере.
Этап 2. Реализационный (ноябрь 2025 – апрель 2026)	Основной педагогический эксперимент строился вокруг четырех долгосрочных междисциплинарных проектов. Вмешательство заключалось в изменении роли субъектов.	
Этап 3. Оценочно-рефлексивный (май 2026)	Итоговая конференция-защита проектов перед комиссией, включающей представителей департамента образования, преподавателей вуза и инженеров промышленных партнеров региона. Проведение повторного тестирования уровня математических знаний и анкетирование удовлетворенности всех участников процесса.	Тест учебных достижений: Апробированный банк заданий ОГЭ повышенной сложности (модули «Алгебра», «Геометрия»). Карта оценки STEM-проекта: Авторская шкала (разработана совместно с кафедрой математики НИУ «БелГУ»), оценивающая работу по 5 критериям: корректность математической модели (0-10 баллов), междисциплинарность связей (0-10), техническая реализуемость (0-10), качество презентации (0-10), командное взаимодействие (0-10).

Этапы	Описание	Деятельность участников эксперимента
		Методика самооценки профессиональных компетенций студента: Модифицированный опросник «Барьеры и ресурсы профессионального развития» (Е.И. Исаев), направленный на фиксацию роста уверенности в ведении проектной работы. Методы качественного анализа: Полиструктурированное интервью с учителями-экспериментаторами. За период реализовано 12 STEM-проектов, например: «Умный дом» (автоматизация теплицы на Arduino) – математическое моделирование температуры; «Экологический мониторинг» (анализ загрязнения воды методами статистики и химии); «Математическая анимация» (визуализация функций в Blender).

Далее представим характеристику индикаторов по уровням сформированности индикаторов проектной деятельности на основе итогового среза (табл. 3).

Таблица 3

Динамика распределения участников образовательного процесса по уровням сформированности индикаторов проектной деятельности

Table 3

The dynamics of the distribution of participants in the educational process across the levels of development of project activity indicators

Уровни Индикаторы	Базовый	Продвинутый	Экспертный
Учебная результативность школьников	(20% ЭГ/65% КГ): Школьник успешно решает типовые задачи из учебника «Математической вертикали» по готовому алгоритму. При столкновении с нестандартным условием STEM-кейса испытывает затруднения, не видит связи между формулой и физическим	(45% ЭГ/30% КГ): Обучающийся способен самостоятельно интерпретировать текст инженерной задачи, выделить переменные и составить верное уравнение или геометрическую схему. Допускает вычислительные ошибки при реализации длинных	(35% ЭГ/5% КГ): Ученик выступает соавтором математической модели. Он предлагает несколько способов оптимизации конструкции (например, работа-сортировщика), обосновывая их через экстремумы функций или теорию графов. Способен находить и исправлять

Уровни Индикаторы	Базовый	Продвинутый	Экспертный
	процессом. Математическая модель создается только под руководством учителя.	цепочек расчетов (например, в баллистике дрона), но понимает логику процесса. Может объяснить выбор метода решения.	собственные методические ошибки в расчетах без наводящих вопросов педагога. Демонстрирует перенос знаний из смежных дисциплин (физики, информатики) для проверки адекватности своей модели.
Профессиональное становление студентов	Студент транслирует школьную программу вуза, адаптируя ее для детей. Проект воспринимает как набор упражнений повышенной сложности. Не владеет инструментами удержания внимания класса, работает фронтально. Оценивает работу школьников только по правильности конечного ответа.	Студент умеет организовывать групповую работу, распределять роли в команде гимназистов. Разрабатывает сценарии уроков с элементами поиска ошибок (<i>error-based learning</i>). Понимает необходимость междисциплинарных связей, но реализует их формально (просто добавляет задачу по физике к уроку математики). Рефлексирует свои неудачи на уровне «что пошло не так», но не всегда находит способ коррекции.	Студент конструирует целостную экосистему проекта, где математика служит инструментом достижения реальной цели (создание прототипа). Владеет цифровыми лабораториями и технологиями прототипирования. Осуществляет тьюторское сопровождение индивидуальных образовательных траекторий школьников внутри команды. Уровень рефлексии позволяет прогнозировать трудности учеников и заранее проектировать дидактические «подушки безопасности».
Продуктивность деятельности учителей	(25% учителей): Учитель воспринимает студента как помощника для проверки тетрадей.	(60% учителей): Учитель делегирует студенту разработку части контента, оставляя за собой проверку	(15% учителей): Учитель становится модератором диалога «Студент - Школьник - Предприятие». Он направляет вектор

Уровни	Базовый	Продвинутый	Экспертный
Индикаторы	Держит управление проектом полностью в своих руках, микроуправляя действиями студента. Продуктивность растет незначительно за счет экономии времени на рутине, инновационный потенциал класса используется слабо.	предметной точности («чтобы не было ошибок в формулах»). Высвобожденное время тратит на индивидуальную работу с одаренными детьми. Продуктивность возрастает за счет появления качественных раздаточных материалов от студентов.	разработки STEM-проекта в сторону реальных потребностей региона. Использует снижение нагрузки для собственного профессионального развития (освоение новых цифровых инструментов вместе со студентами). Продуктивность измеряется не экономией минут, а качеством созданных инновационных образовательных продуктов (патенты школьников, публикации студентов, внедренные методики).

Итоговый анализ распределения участников по уровням сформированности индикаторов проектной деятельности демонстрирует качественный сдвиг всей образовательной системы от традиционной передачи знаний к инженерно-проектной экосистеме (Акулова, Писарев, 2005). Школьники (35%) достигли экспертного уровня, научившись не просто применять формулы, а конструировать собственные математические модели для решения реальных инженерных задач. Студенты (30%) перешли в статус архитекторов среды, что коррелирует с их способностью делегировать рутину и фокусироваться на стратегии развития класса. Результаты свидетельствуют о том, что высвобождение ресурса за счет работы студентов позволяет педагогам выйти на уровень управления инновациями, недоступный при классической нагрузке. А, значит, эффект коллаборации возникает именно тогда, когда студент берет на себя роль организатора процесса, позволяя школьнику стать инженером-исследователем, а учителю – стратегическим куратором проекта (Попов, 2018; Игнатьева, Тулупова, 2018). Именно этот переход – когда школьник становится инженером-исследователем, а учитель освобождается для кураторства – напрямую обусловил зафиксированный скачок в профессиональных показателях студентов-педагогов. Освоение роли организатора потребовало от них не просто знания предмета, но и овладения конкретным инструментарием: умения проектировать междисциплинарные уроки (рост с 2,8 до 4,4 балла), владения технологиями организации сложной проектной деятельности групп школьников (с 2,5 до 4,2) и способности к высокой профессиональной рефлексии (с 3,0 до 4,6). В табл. 4 представлена динамика сформированности показателей студентов-педагогов в условиях реализации междисциплинарных STEM-проектов.

Таблица 4

Динамика сформированности показателей студентов-педагогов

Table 4

The dynamics of the development of indicators among student teachers

Умение проектировать междисциплинарные уроки – средний балл вырос с 2,8 до 4,4 б.	Навыки организации проектной деятельности – с 2,5 до 4,2 б.	Уровень рефлексии и самооценки – с 3,0 до 4,6 б.
Студенты на начальном этапе испытывали затруднения в согласовании содержания математики, физики, информатики и технологии. Типичные проблемы: неумение выделять общие понятия (например, функция как модель в математике, физике и информатике); отсутствие опыта формулировки межпредметных целей урока; шаблонное планирование (отдельные блоки по предметам без интеграции). После реализации проектов (например, «Математическая анимация», где нужно было строить графики функций в Blender) студенты научились: выстраивать логику урока вокруг реальной задачи, требующей знаний из разных областей; подбирать задания, активизирующие перенос знаний (например, расчёт траектории полёта ракеты на уроке математики, а программирование симуляции – на информатике); использовать единую терминологию и инструменты (GeoGebra, Python, датчики Arduino). Многие отметили, что теперь воспринимают учебный план не как набор предметов, а как систему взаимосвязанных компетенций.	Первоначально студенты имели лишь теоретическое представление о проектной методике (этапы, роли, критерии оценки). На практике они: не умели ставить реалистичные сроки; затруднялись распределять задачи между участниками (учащимися); не владели инструментами фасилитации и рефлексии. В ходе работы над проектами («Умный дом», «Экологический мониторинг») студенты выступали тьюторами для школьных команд. Это потребовало: планирования этапов с учётом возрастных особенностей (8-9 классы); организации «мозговых штурмов» и промежуточных презентаций; разработки критериев оценивания как процесса, так и продукта (техническая документация, рабочий прототип, защита). К концу проекта 80% студентов смогли самостоятельно провести ретроспективное обсуждение, выявить ошибки и предложить улучшения. Возросла уверенность в управлении групповой динамикой, особенно при конфликтах интересов.	На входе студенты демонстрировали поверхностную рефлексию: «всё получилось», «было трудно», без конкретики. Самооценка часто завышалась или занижалась без объективных критериев. По мере участия в проектах рефлексия стала более структурированной: студенты начали вести дневники проектной деятельности, фиксируя не только результаты, но и способы преодоления затруднений; научились различать оценки своей работы от оценки продукта (например, «урок прошёл неудачно из-за плохого тайминга, но математическая часть была верна»); овладели методами взаимной рецензии и самооценивания по рубрикам (критериальные таблицы). Особенно ярко проявился рост способности к самоанализу в итоговых эссе: студенты описывали конкретные эпизоды, анализировали причины неудач (недостаток знаний по инженерии, неверная оценка времени) и формулировали план профессионального развития.

Заключение (Conclusions). Организация практики сетевого взаимодействия «Педагогический институт-Гимназия» на основе STEM-проектов создаёт синергетический эффект: обучающиеся не только улучшают знания, но и развивают гибкие навыки (коммуникация, креативность), а студенты приобретают реальный опыт проектирования и тьюторства, что соответствует принципам практико-ориентированного педагогического образования. Для школ это способ получить современные дидактические пакеты без привлечения внешних дорогостоящих тренеров; для вузов – инструмент качественной педагогической практики, интегрированной в реальную экономику региона. Таким образом, обоснован опыт сетевого взаимодействия, который доказал свою эффективность в рамках программы «Математическая вертикаль». Выявлены следующие условия успешной трансляции данного опыта: закрепление за студентом статуса инженера-методиста, ответственного за дидактическую адаптацию контента под задачи STEM-проекта; решение одной инженерной проблемы последовательно средствами разных дисциплин; обязательное участие профессиональных представителей в итоговой защите проектов для придания деятельности реальной значимости. В ближайшей перспективе развитие данной коллаборации видится в масштабировании на цифровую среду. Предметом дальнейшего изучения станет эффективность гибридных проектных команд. Также актуальной задачей остается поиск механизмов академического признания результатов проектной деятельности студентов – их перевод в зачетные единицы научно-исследовательской работы или первые публикации в соавторстве со школьниками. Исследование открывает путь к формированию новой профессиональной компетенции – «математический инжиниринг учебного опыта», которая станет ключевой для учителя математики эпохи экономики знаний.

Список литературы

- Акулова О.В., Писарева С.А. Современная школа: опыт проектирования индивидуальных образовательных траекторий. СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена. 2005. 290 с.
- Андреева И.В., Михайлик Е.В., Добрынина М.А. Stem-образование как ключевой фактор развития инженерно-технических компетенций обучающихся общеобразовательных организаций // Мир науки. Педагогика и психология. 2021. Т. 9. № 1. URL: <https://mir-nauki.com/PDF/37PSMN121.pdf> (дата обращения: 04.05.2026).
- Бордовская Н.В. Системная методология современных педагогических исследований // Педагогика. 2005. № 5. С. 21-29.
- Бухтеева Е.Е. Анализ феномена деятельностного подхода в педагогике // Социально-гуманитарный вестник Юга России. 2014. № 4(47). С. 20-22.
- Зеер Э.Ф., Сыманюк Э.Э. Психология профессионального развития: учебник для вузов. Москва: Издательство Юрайт. 2026. 234 с.
- Ибрагимов Г.И. Концентрированное обучение: теория, история, практика: монография. Казань: Центр инновационных технологий. 2010. 363 с.
- Игнатьева Г.А., Тулупова О.В. Нормативно-компетентностная модель преподавателя системы дополнительного профессионального образования // Образование и наука. 2018. Т. 20. № 4. С. 153-179. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-4-153-179.
- Исаев И.Ф. Профессионально-педагогическая культура преподавателя. М.: Академия. 2002. 208 с.
- Казакевич В.М. Технология. Рабочие программы. Предметная линия учебников В.М. Казакевича и др. 5-9 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций. М.: Просвещение. 2018. 58 с.
- Каравая Е.В., Пилипенко С.А., Жидков А.А., Серова А.В. Сопряжение федеральных государственных образовательных стандартов и профессиональных стандартов: выявленные проблемы, возможные подходы, рекомендации по актуализации // Высшее образование в России. 2016. № 6 (202). С. 5-15.
- Пискунова Е.В., Клиницкий А.И., Филиппов Е.А. Персонификация образовательного процесса как условие достижения метапредметных образовательных результатов // Письма в Эмиссия. Оффлайн 2022. № 10. ART 3146. URL: <http://www.emissia.org/offline/2022/3146.htm>. (дата обращения: 21.08.2026).

- Попов А.А. О дидактике открытого образования // Интерактивное образование. 2018. № 6. С. 2-7.
- Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы и перспективы использования. М.: ИИО РАО. 2015. 180 с.
- Савенков А.И. Психология детской одаренности: учебник для вузов. М.: Издательство Юрайт. 2023. 334 с.
- Семенов А.Л., Поликарпов С.А. Цифровая трансформация школы и роль математики и информатики в ней. Проблемы и парадоксы математического образования и их цифровое решение // Информатизация образования и методика электронного обучения: цифровые технологии в образовании. Материалы IV Международной научной конференции. (Красноярск, 6-9 октября 2020 г.). Красноярск: СФУ. 2020. С. 192-200 DOI: 10.18255/978-5-7638-4400-9-192-200.
- Сергеев И.С., Блинов В.И. Модели смешанного обучения в профессиональном образовании: типология, педагогическая эффективность, условия реализации // Профессиональное образование и рынок труда. 2021. №1 (44). С. 4-25. DOI: 10.24412/2307-4264-2021-01-04-25.
- Уваров А.Ю. Модель цифровой школы и цифровая трансформация образования // Исследователь. 2019. № 1-2. С. 25-26.

References

- Akulova, O.V. and Pisareva, S.A. (2005), *Sovremennaya shkola: opyt proektirovaniya individualnykh obrazovatelnykh traektoriy* [Modern School: Experience in Designing Individual Educational Trajectories], Izdatelstvo RGPU im. A.I. Gertsena, St. Petersburg, Russia.
- Andreeva, I.V., Mikhaylik, E.V. and Dobrynina, M.A. (2021), "STEM education as a key factor in the development of engineering and technical competencies among students in general education institutions", *The World of Science. Pedagogy and Psychology*, 3, 1, <https://mir-nauki.com/PDF/37PSMN121.pdf> (Accessed 4 May 2026). (In Russian).
- Bordovskaya, N.V. (2005), "System methodology of modern pedagogical research", *Pedagogika*, 5, 21-29. (In Russian).
- Bukhteeva, E.E. (2014), "Analysis of the phenomenon of the activity approach in pedagogy", *Social and Humanitarian Bulletin of the South of Russia*, 4(47), 22-22. (In Russian).
- Zeer, E.F. and Symanyuk, E.E. (2026), *Psychology of professional development* [Psychology of Professional Development], Izdatelstvo Yurait, Moscow, Russia.
- Ibragimov, G.I. (2010), *Kontsentriruvannoe obuchenie: teoriya, istoriya, praktika: monografiya* [Concentrated learning: theory, history, practice:], Center for Innovative Technologies, Kazan, Russian.
- Ignatieva, G.A. and Tulupova, O.V. (2018), "Normative and competency-based model of a teacher in the system of additional professional education", *Education and Science*, 20, 4, 153-179. DOI: 10.17853/1994-5639-2018-4-153-179. (In Russian).
- Isaev, I.F. (2002), *Professionalno-pedagogicheskaya kultura prepodavatelya* [The professional and pedagogical culture of a teacher], Akademiya, Moscow, Russia.
- Kazakevich, V.M. (2018), *Tekhnologiya. Rabochie programmy. Predmetnaya liniya uchebnikov V.M. Kazakevicha i dr. 5-9 klassy* [Technology. Working programs. Subject line of textbooks V.M. Kazakevich and others. 5-9 classes], Prosveshchenie, Moscow, Russia.
- Karavaeva, E.V., Pilipenko S.A., Zhidkov A.A. and Serova, A.V. (2016), "Conjunction of Federal State Educational Standards and Professional Standards: Identified Problems, Possible Approaches, Recommendations for Updating", *Higher Education in Russia*, 6 (202), 5-15. (In Russian).
- Piskunova, E.V., Klinitsky, A.I. and Filippov, E.A. (2022), "Personalization of the educational process as a condition for achieving metasubject educational outcomes", *Letters to Emissia.Offline*, 10, 3146, available at: <http://www.emissia.org/offline/2022/3146.htm> (Accessed 21 August 2026). (In Russian).
- Popov, A.A. (2018), "On the didactics of open education", *Interaktivnoe Obrazovanie*, 6, 2-17. (In Russian).
- Robert, I.V. (2015), *Sovremennye informatsionnye tekhnologii v obrazovanii: didakticheskie problemy i perspektivy ispolzovaniya* [Modern Information Technologies in Education: Didactic Problems and Prospects for Use], IIO RAO, Moscow, Russia.
- Savenkov, A.I. (2023), *Psikhologiya detskoy odarennosti* [The Psychology of Childhood Giftedness], The World of Science. Pedagogy and Psychology, Moscow, Russia.

Semenov, A.L. and. Polikarpov, S.A (2020), “The digital transformation of schools and the role of mathematics and computer science in it. Problems and paradoxes of mathematical education and their digital solution”, *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika ehlektronnogo obucheniya: tsifrovye tekhnologii v obrazovanii* [Informatization of education and e-learning methodology: digital technologies in education], Krasnoyarsk, Russia, 192-200. DOI: 10.18255/978-5-7638-4400-9-192-200. (In Russian).

Sergeev, I.S. and Blinov, V.I. (2021), “Models of blended learning in vocational education: typology, pedagogical effectiveness, and implementation conditions.”, *Vocational education and the labor market*, 1(4), 4-25. DOI: 10.24412/2307-4264-2021-01-04-25. (In Russian).

Uvarov, A.Yu. (2019), “The digital school model and the digital transformation of education”, *Researcher*, 1-2, 25-26. (In Russian).

Информация о конфликте интересов: авторы не имеют конфликта интересов для декларации.

Conflicts of Interest: the authors have no conflict of interest to declare.

Данные авторов:

Косенкова Яна Олеговна, заместитель директора, Гимназия №2 г. Белгорода.

Витохина Наталья Николаевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Остапенко Светлана Ивановна, кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры математики, Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

About the authors:

Yana O. Kosenkova, Deputy Director, Gymnasium №2, Belgorod.

Natalia N. Vitokhina, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Belgorod State National Research University.

Svetlana I. Ostapenko, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematics, Belgorod State National Research University.