

УДК 372.851

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО МАТЕМАТИКЕ КАК СРЕДСТВО РАННЕЙ ПРОФЕССИОНАЛИЗАЦИИ ШКОЛЬНИКОВ В ИНЖЕНЕРНОЙ СФЕРЕ

Е.И. Гумерова (Новосибирск, Россия)

Ю.В. Вайнштейн (Красноярск, Россия)

Аннотация

Постановка проблемы. В условиях цифровизации экономики и образования, трансформации рынка труда возникает необходимость ранней профессионализации школьников, особенно в инженерно-технической сфере. Традиционные методы обучения математике, ориентированные на репродуктивное усвоение знаний, не обеспечивают формирования исследовательских и проектных компетенций, что приводит к разрыву между требованиями профессиональной среды и уровнем школьной подготовки.

Цель статьи – разработать подход к организации проектной деятельности по математике, обеспечивающей раннюю профессионализацию школьников в инженерной сфере.

Методология и методы исследования. В основе исследования лежат системный, деятельностный и компетентностный подходы, интегрированные с теориями проектного обучения. Использованы методы теоретического анализа научной литературы, экспертных оценок и педагогический эксперимент. Для реализации проектов применялись цифровые инструменты (КОМПАС-3D, REMPLANNER, Garden Planner) и онлайн-сервисы (Яндекс Диск, Яндекс Телемост, Яндекс Таблицы, Яндекс Трекер, Яндекс Формы и др.).

Результаты исследования. Разработан и апробирован подход к организации проектной деятельности по математике, обеспечивающей раннюю профессионализацию школьников в инженерной сфере и включающей совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных этапов деятельности от выбора темы до оценки результатов. На примере проекта по созданию глэмпинга продемонстрированы возможности интеграции математических методов, инженерных задач и современных цифровых технологий в процесс профессионального самоопределения школьников. Показано, как проектная деятельность по математике способствует освоению навыков пространственного моделирования, экономических расчетов и командной работы, что подтверждено результатами педагогического эксперимента.

Заключение. Предложенный в работе подход к организации проектной деятельности по математике создает условия для ранней профессионализации школьников через развитие математических компетенций и формирование осознанного выбора будущей профессии.

Результаты исследования обосновывают необходимость внедрения подобных практик в образовательный процесс. В перспективе планируется расширить апробацию результатов работы на разные ступени и профили обучения, провести интеграцию подхода в междисциплинарные программы, развить цифровой компонент для моделирования и анализа данных, а также провести лонгитюдные исследования по оценке влияния предложенного подхода на успешность профессионального самоопределения и качество математической подготовки школьников.

Ключевые слова: *практико-ориентированные задачи, инженерная направленность, обучение математике, профессиональное самоопределение.*

Гумерова Елена Игоревна – ассистент кафедры инженерной математики, Новосибирский государственный технический университет; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4367-0978>; e-mail: elena.gumerova30@gmail.com

Вайнштейн Юлия Владимировна – доктор педагогических наук, профессор кафедры прикладной математики и анализа данных, Сибирский федеральный университет (Красноярск); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; Scopus Author ID: 57205328429; e-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

Постановка проблемы. В условиях стремительного развития цифровых технологий и трансформации рынка труда особую актуальность приобретает вопрос ранней профессионализации школьников, особенно

в инженерно-технической сфере. Проблема подготовки старшеклассников к техническому образованию выступает одной из ключевых задач отечественной системы образования. На заседании Совета при Президенте по науке

и образованию 6 февраля 2025 г. В.В. Путин отмечает актуальность подготовки специалистов, способных генерировать уникальные решения, в том числе для новых, только формирующихся индустрий, готовых использовать передовые методы проектирования и конструирования и значимость формирования необходимой математической базы знаний именно в школе¹. Современные социально-экономические реалии диктуют необходимость формирования у учащихся не только фундаментальных математических знаний, но и навыков их практического применения в решении реальных задач. Однако анализ существующей системы школьного образования выявляет существенный разрыв между требованиями профессиональной среды и содержанием математической подготовки.

В современных условиях стремительного технологического развития и глобальной цифровой трансформации проблема подготовки старшеклассников к получению технического образования становится одной из ключевых задач для системы образования. Президент Российской Федерации отметил, что стране необходимы специалисты, способные создавать уникальные решения, использовать передовые методы проектирования и конструирования, а также работать с сложнейшими технологическими системами. Это особенно важно для новых, формирующихся индустрий, которые требуют высокого уровня компетенций как у выпускников вузов, так и у рабочих кадров.

Как показывают исследования [Гумерова, Вайнштейн, 2025; Fitrah et al., 2025; Kusumawardani, Rahmawati, Hadinugrahaningsih, 2024], традиционные методы обучения, ориентированные преимущественно на репродуктивное усвоение знаний, не обеспечивают в полной мере развития исследовательских и проектных компетенций, необходимых для успешной профессиональной самореализации. Это подтверждается растущим дефицитом

инженерных кадров и низкими показателями готовности выпускников к решению прикладных задач [Сагателова, 2022].

Сложившаяся ситуация обусловлена рядом противоречий: между объективной потребностью общества в специалистах с развитыми навыками проектной деятельности и преобладанием в школе формальных подходов к обучению математике; между значительным потенциалом проектных методов как средства ранней профессионализации и их недостаточной интеграцией в образовательный процесс; между возможностями цифровых технологий для организации практико-ориентированного обучения и их ограниченным использованием в школьной практике.

Таким образом, актуальной научно-практической проблемой является разработка эффективных механизмов интеграции проектной деятельности в процесс математического образования, обеспечивающих формирование у школьников целостного представления о применении математических знаний в профессиональной сфере, развитие исследовательских и проектных компетенций через решение практико-ориентированных задач, а также создание условий для осознанного профессионального самоопределения учащихся.

Решение данной проблемы требует комплексного подхода, сочетающего методологические основы проектного обучения, современные цифровые инструменты и содержание, релевантное инженерно-технической направленности.

Целью исследования являются разработка подхода к организации проектной деятельности по математике, обеспечивающей раннюю профессионализацию школьников в инженерной сфере, и проверка его эффективности.

Методологию исследования составляют системный, деятельностный и компетентностный подходы (Л.С. Выготский, В.В. Давыдов, В.В. Сериков, И.А. Зимняя), интегрированные с современными концепциями математического образования и теориями проектного обучения (Дж. Дьюи, Е.С. Полат). Нормативной базой выступают ФГОС

¹ Президент России. Выступление на заседании Совета по науке и образованию [Электронный ресурс]. URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/76222> (дата обращения: 24.08.2025).

общего образования² и Концепция развития математического образования в РФ³.

В исследовании применен комплекс методов: теоретический анализ научной литературы и моделирование образовательных процессов; эмпирические методы включают педагогический эксперимент и экспертные оценки.

Источниковую базу составили фундаментальные труды по педагогике и методике обучения математике, нормативно-правовые документы в сфере образования, а также результаты экспериментальной апробации разработанной методики. Представленная методологическая схема обеспечивает системное изучение проблемы ранней профессионализации школьников через проектную деятельность в математическом образовании.

Обзор научной литературы. Анализ научно-педагогической литературы и обобщение существующего опыта в области проектного обучения математике позволили выявить ключевые тенденции и методологические основания исследований по проблеме ранней профессионализации школьников в инженерной сфере. В рамках исследования были систематизированы публикации, посвященные следующим аспектам: проектному обучению в математическом образовании [Гумерова, Вайнштейн, 2025; Markula, Aksela, 2022; Rézio et al., 2022], практико-ориентированному подходу в преподавании математики [Васенина-Кириллова, Распопова, 2025; Хрянина, Гаврилова, 2021; Hoffmann, Biehler, 2023; Burgumbaeva, 2019], а также вопросам профессионального самоопределения учащихся [Попова, 2012; Иванов, Якимов, 2018; Burke et al., 2023].

На основании проведенного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Проектная деятельность в обучении математике рассматривается как эффективное средство формирования инженерного мышления,

сочетающее в себе развитие предметных математических компетенций, формирование метапредметных навыков (критическое мышление, командная работа, решение нестандартных задач) и профессиональную ориентацию через моделирование реальных инженерных задач [Гумерова, Вайнштейн, 2025; Евстифеева, 2025; Lee, Lee, 2025; Zhang, Ma, 2023; Kaziya, 2025; Lin et al., 2021].

2. Практико-ориентированный подход в обучении математике предполагает использование реальных инженерных кейсов и интеграцию математических знаний с профессиональными компетенциями [Васенина-Кириллова, Распопова, 2025].

3. Исследования [Попова, 2012; Burke et al., 2024] подчеркивают важность ранней профессионализации, которая: способствует осознанному выбору профессии; формирует профессиональную идентичность; развивает способность к самореализации в профессиональной сфере.

Особое внимание в научной литературе уделяется интеграции проектной деятельности в образовательный процесс, которая требует разработки специальных методических подходов, создания соответствующей образовательной среды и подготовки педагогических кадров.

Проведенный анализ проблемного поля публикаций последних лет в области ранней профессионализации школьников в обучении математике свидетельствует о возрастающем интересе к использованию цифровых технологий в проектной деятельности, что открывает новые возможности для визуализации математических моделей, решения сложных инженерных задач и профессионального самоопределения школьников.

Таким образом, современные исследования демонстрируют значительный потенциал проектной деятельности по математике как средства ранней профессионализации, что подтверждается как теоретическими разработками, так и практическим опытом внедрения подобных методик в образовательный процесс. Однако, как показывают исследования [Хрянина, Гаврилова, 2021], требуется дальнейшая разработка методического обеспечения данного направления, включая систему оценки эффективности проектной деятельности, критерии сформированности профес-

² ФГОС основного общего образования (Приказ Минпросвещения РФ от 31.05.2021 № 287) [Электронный ресурс]. URL: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 25.06.2025).

³ Концепция развития математического образования в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/499067348> (дата обращения: 11.07.2025).

сиональных компетенций и модели интеграции с основным образовательным процессом.

Результаты исследования. Авторами был разработан и апробирован подход к организации проектной деятельности по математике, направленной на раннюю профессионализацию школьников в инженерной сфере и включающей совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных этапов деятельности всех участников образовательного процесса. Теоретическую основу составили концептуальные положения системного, деятельностного

и компетентностного подходов, обеспечивающих формирование предметных, метапредметных и профессионально значимых компетенций обучающихся, а также принципы практико-ориентированного обучения, интеграции цифровых технологий и междисциплинарности.

В работе выделены этапы проектной деятельности, для каждого из которых определены содержание, результаты, задачи школьников и учителя в процессе совместной работы над проектом, а также предложены необходимые цифровые инструменты (табл. 1).

Таблица 1

Этапы организации работы по разработке и реализации проекта

Table 1

Stages of organizing work on development and implementation of the project

Содержание	Результат	Задачи школьника	Задачи учителя	Цифровые инструменты
Этап 1. Определение проблемы (выбор актуальной темы)				
Выбор темы исследования. Оценка актуальности выбранной проблематики	Определена проблема, и сформулирована тема проекта	Выбор и конкретизация темы, обоснование ее актуальности, определение цели проекта	Инициация тем для обсуждения, консультации	Онлайн-ресурсы для поиска информации; Яндекс Диск для совместной работы над документами; Яндекс Телемост для проведения видеоконференций
Этап 2. Планирование				
Разработка плана выполнения проекта. Определение методов исследования и необходимых ресурсов	План работы над проектом, распределение ролей	Разработка плана реализации проекта, определение задач и хода работы, распределение ролей в группе	Консультации и контроль, помощь в определении профессиональных ролей с учетом интересов, навыков и возможностей	Яндекс Таблицы для отслеживания прогресса; Яндекс Трекер для управления проектом
Этап 3. Реализация проекта				
Сбор и обработка данных, проведение экспериментов, выполнение аналитической работы	Отчет по проекту	Поисковая работа, проведение исследования, расчетов, создание продукта, оформление отчета	Координация деятельности участников, оказание помощи в анализе и систематизации данных, проверка отчета	КОМПАС-3D; REMPLANNER; Гарден планер; Яндекс Диск; Кадастровая карта местности и др.
Этап 4. Защита проекта				
Публичная презентация результатов работы, аргументация выводов, ответы на вопросы	Презентация проекта	Подготовка доклада, презентация, защита проекта	Организация процесса защиты, обеспечение обратной связи	PowerPoint для создания презентаций; Яндекс Формы для сбора данных и оценки проектной деятельности
Этап 5. Оценка проекта				
Рефлексия деятельности, анализ достигнутых результатов и возникших проблем	Самоанализ и выводы по проекту	Коллективный анализ результатов проекта	Оценка результатов, обсуждение достижений, подготовка оценочной таблицы	Яндекс Формы для создания анкет обратной связи

Рассмотрим реализацию предлагаемого подхода на примере проекта, посвященного разработке концепции глэмпинга на территории Новосибирской области и демонстрирующего возможности метапредметного подхода, интегрирующего знания и умения из различных дисциплин. При этом сосредоточимся на практических аспектах проекта, а именно решении прикладных задач с использованием базовых математических методов и геометрических принципов.

На этапе определения проблемы учениками осуществлен выбор темы «Разработка концепции глэмпинга на территории Новосибирской области» и согласование ее с педагогом. Затем на этапе планирования разработан детальный план проектной деятельности, включающий совокупность задач. В рамках их решения школьники могут примерить на себя разные профессиональные роли: архитектор (разработка планировочных решений и эскизов), инженер-строитель (расчет нагрузок, выбор материалов), дизайнер интерьера (планировка внутреннего пространства домиков), инженер по инженерным сетям (прокладка коммуникаций), экономист (составление сметы, расчет окупаемости) и инженер-маркетолог (анализ целевой аудитории, разработка пакета услуг). Участники проекта в процессе координации учителя распределили их между собой в соответствии с профессиональными интересами. Такая ролевая интеграция позволила учащимся не только решать задачи проекта, но и прочувствовать специфику будущей профессии: необходимость работать в команде, учитывать требования заказчика, находить баланс между техническими возможностями и экономическими ограничениями. Такой методический прием способствует формированию осознанного выбора дальнейшей карьерной траектории, так как школьники получают реальное представление о профессиональной среде и собственных интересах в ней.

На этапе реализации проекта школьники, проявившие склонность в области архитектуры и градостроительства и выбравшие роль «архитектора», взяли на себя решение следующих задач.

Задача 1. Выбор месторасположения участка. В рамках проекта перед школьниками стояла задача определить оптимальное место для размещения глэмпинга. Работа включала несколько ключевых этапов: изучение кадастровой карты – участники анализировали открытые картографические данные, чтобы выделить потенциально подходящие территории; разработка критериев отбора – были определены основные параметры оценки участков, такие как благоприятные природные условия (лесистость, защищенность от ветров), наличие водоема или живописного ландшафта, удобная транспортная доступность, оптимальные геометрические параметры (площадь, конфигурация, рельеф); пространственное планирование – определение площади под застройку, зонирование территории с учетом функциональных потребностей, анализ рельефа для минимизации земляных работ.

Задача 2. Создание плана глэмпинга на выбранной местности. В рамках разработки планировочного решения глэмпинга участники проекта перешли к созданию детального плана застройки выбранной территории. Процесс начался с концептуального проектирования, в ходе которого архитекторы по согласованию с другими участниками команды коллективно обсуждали функциональное зонирование территории, определяли оптимальное количество и типы построек, а также сделали предварительный эскиз на бумаге.

Особая роль в этом процессе была отведена математическому моделированию, когда школьники проводили точные расчеты геометрических параметров участка, определяли масштабы застройки с учетом общей площади территории, рационального распределения зон и оптимальных расстояний между объектами. Пространственная оптимизация включала в себя не только минимизацию затрат на инженерные коммуникации, но и продуманную эргономику перемещений, а также эстетическую составляющую будущего глэмпинга.

Задача 3. Разработка концепции глэмпинга с использованием цифровых технологий. При переходе проекта в стадию цифровой

визуализации ручной эскиз был переведен участниками проекта в цифровой формат с помощью специализированного сервиса Garden Planner. Это позволило создать точную двумерную модель, которая обеспечила наглядность планировочного решения, оценить точность пространственных расчетов и возможность оперативного внесения корректировок.

Особенно тщательно прорабатывались вопросы инженерной оптимизации: домики расположили последовательно для сокращения длины коммуникаций, продумали рациональную прокладку инженерных сетей с размещением труб под дорожками, что позволило одновременно решить как технические, так и эстетические задачи. Использование цифровых инструментов существенно повысило не только точность проектирования, но и наглядность конечного результата, что особенно важно для последующей презентации проекта. Решение задачи разработки концепции глэмпинга с использованием цифровых технологий стало для участников проекта важным этапом профессионального становления. В процессе создания дизайн-проекта команда глубоко погрузилась в изучение архитектурных стилей, тщательно анализируя предпочтения целевой аудитории и перенимая опыт успешных проектов в сфере экотуризма.

Особое внимание участники проекта уделили проектированию комфортных пространств – школьники разрабатывали эргономичные планировки домиков и инфраструктурных объектов, преодолевая сложности, связанные с отсутствием практического опыта. Многочисленные дискуссии о пропорциях и масштабах наглядно продемонстрировали ценность математических знаний в решении реальных инженерных задач.

Финальным аккордом концептуальной разработки стало создание серии эскизов, которые легли в основу последующей 3D-визуализации проекта. Эта стадия проекта особенно важна, так как позволила перейти от абстрактных идей к конкретным проектным решениям, готовым к реализации.

Наиболее сложным и продолжительным этапом реализации проекта стало создание

трехмерных моделей сооружений глэмпинга и их внутренних пространств. Для выполнения этой задачи участники освоили профессиональную систему автоматизированного проектирования КОМПАС-3D, рекомендованную педагогом. Процесс обучения работе в программе потребовал существенных временных затрат, так как школьникам пришлось не только изучать интерфейс, но и осваивать основы параметрического моделирования.

В ходе работы над проектом учащиеся проявили настоящую командную сплоченность, грамотно распределив роли и обязанности между участниками. С помощью КОМПАС-3D им удалось создать детализированные 3D-модели всех строений, тщательно проработав как их внешний облик, так и внутреннюю планировку.

Участники с ролью «дизайнер интерьера» в рамках проекта занимались решением следующей задачи.

Задача 4. Разработка интерьерных решений. Для проектирования интерьеров участники с ролью «дизайнер интерьера» использовали специализированный онлайн-сервис REMPLANNER, который позволил продумать расстановку мебели, оборудования и других элементов внутреннего пространства. Особое внимание уделялось проверке всех размерных параметров на соответствие строительным нормативам и требованиям эргономики.

Работа над задачами 3 и 4 проекта приобрела особую образовательную ценность, дав участникам возможность развить пространственное мышление и получить первый практический опыт работы с профессиональными системами проектирования. Школьники познакомились с основами архитектурного проектирования, изучили принципы дизайна помещений, а также отработали навыки выполнения точных расчетов. Использование современных цифровых инструментов не только повысило качество проработки проекта, но и позволило учащимся приобрести ценные профессиональные компетенции, которые пригодятся им в будущей профессиональной деятельности.

Параллельно с работой инженеров-архитекторов и дизайнеров интерьера велась активная работа по проектированию маркетинговой составляющей участниками с ролью «инженера-маркетолога». Участники провели маркетинговое исследование туристических предпочтений в регионе, составили сравнительный анализ стоимости различных активностей – от проката оборудования до организации экскурсионных программ. Это позволило сформировать сбалансированное предложение на основе инженерных подходов и маркетинговых инструментов,

учитывающее как интересы потенциальных гостей, так и экономическую целесообразность.

На этапе защиты проекта команда публично представила результаты своей работы, при этом участники продемонстрировали решение задач проекта согласно выбранным ролям.

На этапе оценки академических результатов проекта были использованы критерии, представленные в табл. 2, каждый из которых оценивался по пятибалльной шкале. Максимально возможная оценка за проект составила 70 баллов.

Таблица 2

Критерии оценивания проектной деятельности учащихся

Table 2

Criteria for assessing students' project activities

Представленный результат	Критерии оценивания
Презентация (выступление)	Качественно подготовлен наглядный материал (макет или презентация)
	Работа отличается творческим подходом, собственным отношением автора(ов) к идее создания проекта
	Обозначены цель и задачи, обоснована актуальность
	Описаны методы исследования и ход работы над проектом
	Четко обоснованы все решения, принятые в ходе работы над проектом
	Речь докладчика(ов) уверенная, докладчик(и) ответили на вопросы слушателей полно и четко
	Выступление докладчик(ов) уложилось в рамки регламента
Отчет (письменная работа)	Ясно сформулированы и обоснованы цель и задачи исследования, сформулирована и обоснована актуальность исследования
	Структура работы соответствует сформулированным задачам
	Исследование содержит достаточно полную информацию, есть ссылки на источники
	Методы исследования достаточны и использованы уместно и эффективно, цель исследования достигнута
	Личный вклад автора(ов) исследования
	Работа содержит выводы, соответствующие содержанию работы
	Работа оформлена в соответствии с требованиями

Также для оценки профессионально значимых результатов было проведено анкетирование обучающихся.

В работе освещены лишь некоторые аспекты проектной деятельности учащихся. Помимо описанных задач, участники выполняли комплекс экономических расчетов, включающий определение стартовых инвестиций, анализ текущих эксплуатационных расходов, прогнозирование доходности на основе рыночных данных, а также расчет периода окупаемости

проекта. Освоение методик экономического обоснования играет важную роль в профессиональном становлении будущих специалистов. В процессе работы школьники приобрели практические навыки финансового планирования, научились совмещать технические решения с экономической целесообразностью. Такой комплексный подход формирует у учащихся системное мышление, необходимое для успешной реализации инженерных проектов в реальных условиях.

Важным аспектом является выработанная способность находить оптимальный баланс между технологическими возможностями и финансовыми ограничениями. Этот навык является определяющим фактором при создании конкурентоспособных проектных решений, позволяя максимально эффективно использовать доступные ресурсы без ущерба для качества реализации.

Пилотная апробация предложенного подхода была проведена в 2024/25 учебном году на базе 10-го класса МБОУ «Лицей № 136»

города Новосибирска ($n=18$ учащихся). Оценка эффективности включала два блока: академические результаты и профессионально значимые результаты.

Академические результаты. До начала работы средний результат тестирования по математике составлял 68 %, после завершения проекта – 76 %, что соответствует приросту на 8 %. Увеличение наблюдалось по всем основным разделам: геометрия (+10 %), алгебра (+7 %), задачи прикладного характера (+9 %) (рис. 1).

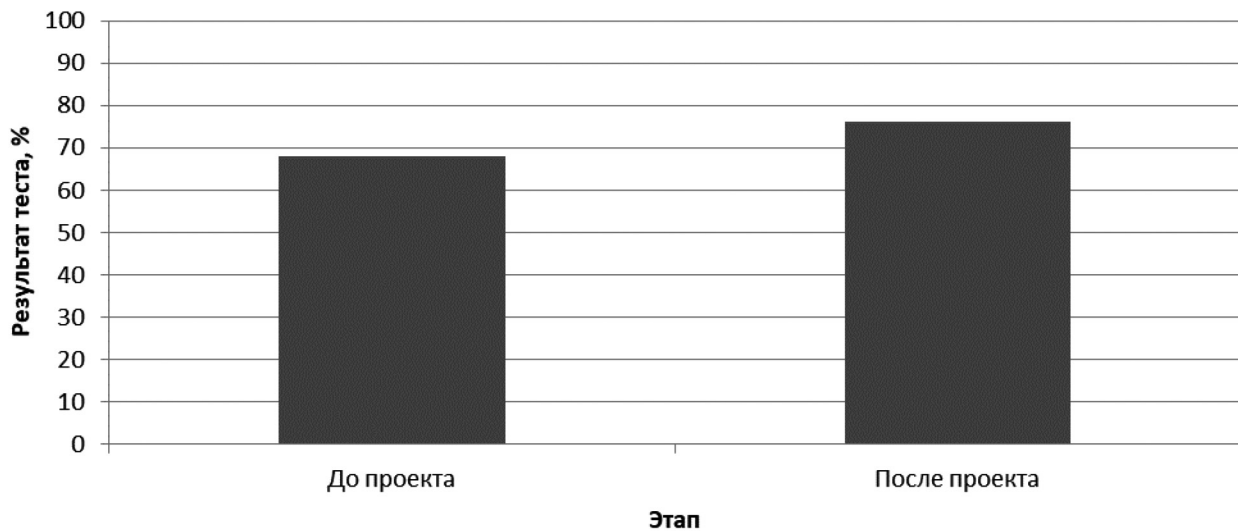


Рис. 1. Изменение успеваемости по математике
Fig. 1. Changes in academic performance in mathematics

Профессионально значимые результаты. Анкетирование проводилось в двух срезах: перед стартом проекта и после его завершения. Доля учащихся, оценивающих свой интерес к математике на 4–5 баллов, выросла с 56 до 83 %, доля респондентов, считающих математику важной для будущей профессии, увеличилась с 67 до 89 %, а количество рассматривающих инженерные профессии – с 44 до 72 %. Большинство участников отметили, что проект дал возможность попробовать себя в разных профессиональных ролях (рис. 2).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенного в работе подхода к организации проектной деятельности способствует как повышению академических результатов, так и развитию профессиональной ориентации учащихся, усиливая

их интерес к математике и инженерно-техническим профессиям.

Заключение. Реализация предложенного в работе подхода подтвердила его эффективность в образовательном процессе. Учащиеся не только успешно выполнили поставленные задачи, но и существенно развили ключевые компетенции современного специалиста, включая критическое мышление, способность к анализу и эффективной командной работе. Важным преимуществом является метапредметный характер подобных проектов, который создает уникальные условия для ранней профессиональной ориентации. В ходе работы школьники получили бесценный практический опыт, познакомились с особенностями и спецификой различных специальностей. Такой формат деятельности позволил учащимся не только попробовать свои силы

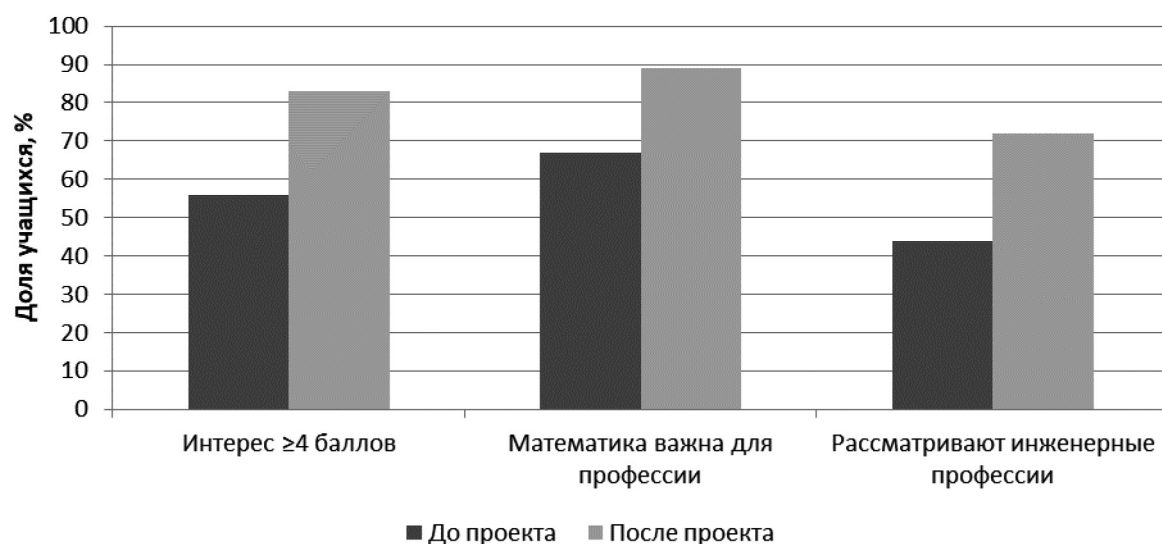


Рис. 2. Изменение интереса и профессиональных установок
Fig. 2. Changes in interest and professional attitudes

в разных профессиональных направлениях, но и задуматься о более осознанном выборе будущей карьерной траектории.

Предложенный в работе подход к организации проектной деятельности по математике способствует ранней профессионализации школьников через развитие математических компетенций и формирование осознанного выбора будущей профессии. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости развития подобных образовательных практик, способствующих формированию у школьников

целостного представления о профессиональной деятельности, и навыков, востребованных в современном мире. В перспективе планируется расширить апробацию результатов работы на разные ступени и профили обучения, провести интеграцию подхода в междисциплинарные программы, развить цифровой компонент для моделирования и анализа данных, а также провести лонгитюдные исследования по оценке влияния предложенного подхода на успешность профессионального самоопределения и качество математической подготовки школьников.

Библиографический список

1. Вайнштейн Ю.В., Вайнштейн В.И. Проектная деятельность в электронной среде при обучении математике будущих инженеров // Право и образование. 2018. № 4. С. 79–89.
2. Васенина-Кириллова О.А., Распопова Е.Н. Роль и место практико-ориентированных задач в предмете «Математика» // Ученые записки Шадринского государственного педагогического университета. 2025. № 2(8). URL: <https://uzshspu.ru/journal/article/view/267> (дата обращения: 10.07.2025).
3. Выготский Л.С. Мышление и речь. М.: Лабиринт, 1999. 352 с.
4. Гумерова Е.И., Вайнштейн Ю.В. Первые шаги в инженерии: ранняя профессионализация школьников через проектную деятельность при обучении математике // Новые образовательные стратегии в современном информационном пространстве. СПб.: РГПУ, 2025. С. 45–58.
5. Гумерова Е.И. Профориентационная работа со школьниками по математике в смешанном формате // Информатизация образования и методика электронного обучения / Краснояр. гос. пед. ун-т им. В.П. Астафьева. Красноярск, 2024. С. 152–155.
6. Евстифеева Т.В. Организация проектно-исследовательской деятельности в процессе обучения математике // Вестник Кемеровского государственного университета. Сер.: Гуманитарные и общественные науки. 2025. Т. 9, № 2. С. 265–274. DOI: 10.21603/2542-1840-2025-9-2-265-274

7. Иванов В.Н., Якимов О.Г. К вопросу о сущности профессионального самоопределения современных школьников // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2018. № 3 (99). С. 201–207.
8. Попова Е.В. Проблема ранней профессионализации в современном среднем общем образовании // Известия ТулГУ. Гуманитарные науки. 2012. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ranney-professionalizatsii-v-sovremennom-srednem-obschem-obrazovanii> (дата обращения: 04.08.2025).
9. Сагателова Л.С. Диагностический инструментарий оценки уровней математической образованности обучающихся общеобразовательных организаций // Доказательная педагогика, психология. 2022. № 2. С. 20–26. DOI: 10.18323/2221-5662-2022-2-20-26
10. Сериков В.В. Личностно-ориентированное образование: поиск новой парадигмы. Волгоград: Перемена, 2000. 148 с.
11. Хрянина И.М., Гаврилова М.А. Использование практико-ориентированных заданий в обучении математике // Theoria. 2021. № 1(2). С. 34–42.
12. Burgumbaeva, S. (2019). The problems of teaching mathematics in a school with practice-oriented content. *Bulletin of Pedagogic Sciences*, 4 (61), 128–135. URL: <https://bulletin-pedagogic-sc.kaznu.kz/index.php/1-ped/article/view/620/551> (access date: 10.08.2025).
13. Burke, K.M., Shogren K.A., Parente A., Alsaeed A., Myers A.M., & Aleong S. (2024). Self-determination research: current and future directions. *Behavioral Sciences*, 14 (7), 613. URL: <https://doi.org/10.3390/bs14070613> (access date: 10.08.2025).
14. Fitrah, M., et al. (2025). The impact of integrated project-based learning and flipped classroom on students' computational thinking skills. *Education Sciences*, 15 (4), 448. DOI: 10.3390/educsci15040448. Available at: <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/4/448>
15. Hoffmann, M., & Biehler, R. (2023). Implementing profession orientation as a design principle for overcoming Klein's second discontinuity – preservice teacher's perspectives on interface activities in the context of a geometry course. *Zdm Mathematics Education*, 55, 737–751. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01505-3>
16. Kaziya, K. (2025). A meta-analysis of the impact of project-based learning on mathematics achievement: A case study of Kalomo District Schools, Zambia. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9 (6), 1666–1695. DOI: 10.47772/IJRISS.2025.906000132
17. Kusumawardani, D., Rahmawati, Y., & Hadinugrahaningsih, T. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-Century skills and high school education. *Heliyon*, 10 (10), e260197. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e260197. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024160197>
18. Lee M.Y., & Lee J.S. (2025). Project-based learning as a catalyst for integrated STEM education. *Education Sciences*, 15 (7), 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15070871>
19. Lin K.Y., Hsu Y.S., & Lin Y.C. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning. *International Journal of STEM Education*, 8 (1), 44. DOI: 10.1186/s40594-020-00258-9
20. Markula A., & Aksela M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4 (2). DOI: 10.1186/s43031-022-00046-3
21. Rézio S., Andrade, M.P., & Teodoro, M.F. (2022). Problem-based learning and applied mathematics. *Mathematics*, 10 (16), 2862. DOI: <https://doi.org/10.3390/math10162862> (access date: 10.08.2025).
22. Zhang L., & Ma Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1202728

PROJECT ACTIVITIES IN MATHEMATICS AS A TOOL FOR EARLY PROFESSIONALIZATION OF SCHOOLCHILDREN IN THE ENGINEERING SPHERE

E.I. Gumerova (Novosibirsk, Russia)

Yu.V. Vainshtein (Novosibirsk, Russia)

Abstract

Statement of the problem. In the context of digitalization of economy and education and transformation of labor market, there is a growing need for early professionalization of school students, particularly in the engineering and technical fields. Traditional methods of teaching mathematics, focused on reproductive knowledge acquisition, do not ensure the development of research and project competencies, and this leads to a gap between the requirements of professional environment and the level of school preparation.

The purpose of the article is to develop an approach to organizing project-based learning in mathematics that ensures the early professionalization of school students in the engineering field.

Methodology and methods. The study is based on systemic, activity-based, and competence-based approaches, integrated with the theories of project-based learning. Methods of theoretical analysis of scientific literature, expert evaluations, and a pedagogical experiment were used. For project implementation, digital tools (COMPASS-3D, REM-PLANNER, Garden Planner) and online services (Yandex Disk, Yandex Telemost, Yandex Tables, Yandex Tracker, Yandex Forms, etc.) were applied.

Research results. An approach to organizing project-based learning in mathematics has been developed and tested, ensuring the early professionalization of school students in the engineering field. The approach includes a set of interrelated and mutually determined stages of activity, from topic selection to evaluation of results. Using the example of a project on creating a glamping site, the integration of mathematical methods, engineering tasks, and modern digital technologies into the process of students' professional self-determination is demonstrated. It is shown how project-based learning in mathematics contributes to the acquisition of skills in spatial modeling, economic calculations, and teamwork, which has been confirmed by the results of the pedagogical experiment.

Conclusion. The proposed approach to organizing project-based learning in mathematics contributes to the early professionalization of school students through the development of mathematical competencies and the formation of an informed choice of a future profession. The research results prove the importance of introducing such practices into the educational process. In the future, it is planned to expand the testing of the results to different levels of education and specializations, integrate the approach into interdisciplinary programs, further develop the digital component for modeling and data analysis, and conduct longitudinal studies to assess the impact of the proposed approach on the success of professional self-determination and the quality of students' mathematical training.

Keywords: *practice-oriented tasks, engineering orientation, mathematics education, professional self-determination.*

Gumerova, Elena I. – Lecturer, Department of Engineering Mathematics, Novosibirsk State Technical University (Novosibirsk, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4367-0978>; e-mail: elena.gumerova30@gmail.com

Vainshtein, Yulia V. – DSc (Pedagogy), Professor, Department of Applied Mathematics and Data Analysis, Siberian Federal University (Krasnoyarsk, Russia); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8370-7970>; Scopus Author ID: 57205328429, e-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

References

1. Vainshtein, Yu.V., & Vainshtein, V.I. (2018). Project activities in an electronic environment while teaching mathematics to future engineers. *Pravo i obrazovanie* [Law and Education], 4, 79–89.
2. Vasenina-Kirillova, O.A., & Raspopova, E.N. (2025). The role and place of practice-oriented tasks in the subject of Mathematics. *Uchenye zapiski Shadrinskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* [Scientific Notes of Shadrinsky State Pedagogical University], 2 (8.) URL: <https://uzshspu.ru/journal/article/view/267> (access date: 10.07.2025).
3. Vygotsky, L.S. (1999). *Myshlenie i rech* [Thinking and Speech]. Moscow, Russia.

4. Gumerova, E.I., & Vainshtein, Yu.V. (2025). The first steps in engineering: early professionalization of schoolchildren through project activities in teaching mathematics. In: *Novye obrazovatelnye strategii v sovremennom informatsionnom prostranstve* [New educational strategies in the modern information space] (pp. 45–58). St. Petersburg, Russia.
5. Gumerova, E.I. (2024). Career guidance with students in mathematics in a mixed format. In: *Informatizatsiya obrazovaniya i metodika elektronnoy obucheniya* [Informatization of education and methods of e-learning] (pp. 152–155). Krasnoyarsk, Russia.
6. Evstifeeva, T.V. (2025). Organization of design and research activities in the process of teaching mathematics. *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Gumanitarnye i obshchestvennye nauki* [Bulletin of Kemerovo State University. Series: Humanities and Social Sciences], 9 (2), 265–274. DOI: 10.21603/2542-1840-2025-9-2-265-274
7. Ivanov, V.N., & Yakimov, O.G. (2018). On the issue of the essence of professional self-determination of modern schoolchildren. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I.Ya. Yakovleva* [Bulletin of the I.Ya. Yakovlev Chuvash State Pedagogical University], 3 (99), 201–207.
8. Popova, E.V. (2012). The problem of early professionalization in modern secondary general education. *Izvestiya TulGU. Gumanitarnye nauki* [News of TulSU. Humanities], 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problema-ranney-professionalizatsii-v-sovremennom-srednem-obshchem-obrazovanii> (access date: 04.08.2025).
9. Sagatolova, L.S. (2022). Diagnostic tools for assessing the levels of mathematical education of students in general education organizations. *Dokazatel'naya pedagogika, psikhologiya* [Evidence-based Pedagogy and Psychology], 2, 20–26. DOI: 10.18323/2221-5662-2022-2-20-26
10. Serikov, V.V. (2000). *Lichnostno-orientirovannoe obrazovanie: poisk novoy paradigm* [Personality-oriented education: Search for a new paradigm]. Volgograd, Russia.
11. Khryanina, I.M., & Gavrilova, M.A. (2021). The use of practice-oriented tasks in teaching mathematics. *Teoriya* [Theory], 1 (2), 34–42.
12. Burgumbaeva, S. (2019). The problems of teaching mathematics in a school with practice-oriented content. *Bulletin of Pedagogic Sciences*, 4 (61), 128–135. URL: <https://bulletin-pedagogic-sc.kaznu.kz/index.php/1-ped/article/view/620/551> (access date: 10.08.2025).
13. Burke, K.M., Shogren K.A., Parente A., Alsaed A., Myers A. M., & Aleong S. (2024). Self-determination research: current and future directions. *Behavioral Sciences*, 14 (7), 613. URL: <https://doi.org/10.3390/bs14070613> (access date: 10.08.2025).
14. Fitrah, M., et al. (2025). The impact of integrated project-based learning and flipped classroom on students' computational thinking skills. *Education Sciences*, 15 (4), 448. DOI: 10.3390/educsci15040448. Available at: <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/4/448>
15. Hoffmann, M., & Biehler, R. (2023). Implementing profession orientation as a design principle for overcoming Klein's second discontinuity – preservice teacher's perspectives on interface activities in the context of a geometry course. *Zdm Mathematics Education*, 55, 737–751. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01505-3>
16. Kaziya, K. (2025). A meta-analysis of the impact of project-based learning on mathematics achievement: A case study of Kalomo District Schools, Zambia. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9 (6), 1666–1695. DOI: 10.47772/IJRISS.2025.906000132
17. Kusumawardani, D., Rahmawati, Y., & Hadinugrahaningsih, T. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-Century skills and high school education. *Heliyon*, 10 (10), e260197. ISSN 2405-8440. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e260197. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844024160197> (access date: 25.09.2025).

18. Lee M.Y., & Lee J.S. (2025). Project-based learning as a catalyst for integrated STEM education. *Education Sciences*, 15 (7), 871. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci15070871>
19. Lin K.Y., Hsu Y.S., & Lin Y.C. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning. *International Journal of STEM Education*, 8 (1), 44. DOI: 10.1186/s40594-020-00258-9
20. Markula A., & Aksela M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4 (2). DOI: 10.1186/s43031-022-00046-3
21. Rézio S., Andrade, M.P., & Teodoro, M.F. (2022). Problem-based learning and applied mathematics. *Mathematics*, 10 (16), 2862. DOI: <https://doi.org/10.3390/math10162862>
22. Zhang L., & Ma Y. (2023). A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study. *Frontiers in Psychology*, 14, 1202728. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1202728