УДК 372.851 DOI: 10.5281/zenodo.21346788 EDN: SUKAGD

ВЫЯВЛЕНИЕ РОЛЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ В ИНЖЕНЕРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ

© 2026 *Е.И. Гумерова*[1], *Ю.В. Вайнштейн*[2]
[1] *ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет»*
[2] *ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»*

Статья посвящена проблеме организации инженерно-ориентированной проектной деятельности в обучении математике. Целью исследования является обоснование выявления ролевых предпочтений обучающихся как этапа организации инженерно-ориентированных математических проектов. Показано, что результаты опросника могут использоваться в качестве методического основания для распределения профессионально-деятельностных ролей и планирования их последующей ротации. Приведены примеры интерпретации диагностических результатов и их методического использования при организации инженерно-ориентированных проектов по математике.

Ключевые слова: инженерно-ориентированный математический проект; проектная деятельность; ролевые предпочтения обучающихся; диагностика; обучение математике.

Введение. В условиях цифровой трансформации общего образования и усиления ориентации школы на практико-ориентированные результаты особую значимость приобретает проектная деятельность обучающихся, представляющая собой средство интеграции предметных знаний, метапредметных умений и профессиональных проб. В системе обучения математике проектная деятельность все чаще используется как форма организации учебного процесса, позволяющая связать математическое содержание с решением прикладных задач, моделированием и анализом реальных ситуаций [1, 2]. В этом контексте особое внимание исследователей привлекают инженерно-ориентированные проекты, в которых математика выступает инструментом обоснования и оптимизации проектных решений [3, 4].

Современные исследования свидетельствуют о росте интереса к проблематике STEM-образования и междисциплинарной интеграции, в рамках которых подчеркивается роль математики как базового компонента инженерной подготовки школьников [3–5]. Зарубежные авторы отмечают, что включение обучающихся в проектную деятельность инженерной направленности способствует развитию инженерного мышления, формированию навыков анализа, моделирования и аргументации, а также повышает осознанность образовательного выбора [3, 4]. В российских исследованиях проектная деятельность рассматривается как важный механизм обновления содержания образования и средство формирования функциональной и математической грамотности обучающихся [6–8].

В то же время анализ научных публикаций показывает, что при организации проектной деятельности в школьной практике недостаточное внимание уделяется этапу распределения ролей между обучающимися. Как правило, распределение ролей осуществляется педагогом или учащимися, без опоры на диагностические данные, что может приводить к неравномерной включенности обучающихся в деятельность и снижению образовательного эффекта проекта [2, 9]. Особенно остро данная проблема проявляется в инженерно-ориентированных математических проектах, где успешность выполнения задач во многом зависит от степени соответствия выполняемой роли индивидуальным предпочтениям и возможностям обучающихся.

В работах [10, 11] рассматриваются методические аспекты реализации инженерно-ориентированной проектной деятельности по математике, а также ее потенциал в контексте ранней профессионализации школьников. Показано, что включение обучающихся в проекты инженерной направленности способствует формированию устойчивого интереса к инженерным профессиям и осмыслению роли математики в будущей профессиональной деятельности. Вместе с тем проблема выявления ролевых предпочтений обучающихся как самостоятельного этапа организации инженерно-ориентированного математического проекта до настоящего времени специально не анализировалась.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью педагогически обоснованного распределения ролей в инженерно-ориентированном математическом проекте и отсутствием методически обоснованных диагностических процедур, интегрированных в структуру инженерно-ориентированного математического проекта. Разрешение данного противоречия предполагает рассмотрение диагностики не как внешнего по отношению к проекту элемента, а как значимого этапа его организации.

Целью статьи является обоснование выявления ролевых предпочтений обучающихся как необходимого этапа организации инженерно-ориентированных математических проектов.

Для достижения поставленной цели в статье решаются следующие задачи: анализируются современные подходы к организации проектной деятельности в обучении математике; определяется место этапа выявления ролевых предпочтений в структуре инженерно-ориентированного проекта; характеризуются основные требования к этапу выявления ролевых предпочтений и возможности использования его результатов в образовательной практике.

Основная часть. Проектная деятельность в обучении математике в последние годы рассматривается как эффективное средство реализации практико-ориентированного и деятельностного подходов, обеспечивающее связь учебного содержания с решением реальных и приближенных к профессиональной практике задач [1, 2]. В рамках инженерно-ориентированных проектов математика выполняет функцию инструмента анализа, моделирования и обоснования проектных решений, что позволяет обучающимся осмыслить ее прикладное значение и место в инженерной деятельности [3, 4]. При этом успешность проектной деятельности во многом определяется не только содержанием задач, но и особенностями организации совместной работы обучающихся.

Коллективный характер инженерно-ориентированных математических проектов предполагает распределение между участниками различных профессионально-деятельностных ролей, отражающих специфику инженерной практики. В научных исследованиях подчеркивается, что осознанная организация совместной проектной деятельности обучающихся, включающая распределение функций и ответственности, способствует повышению ответственности обучающихся за результат совместной деятельности, развитию коммуникативных и организационных умений, а также формированию метапредметных компетенций [9, 12]. Вместе с тем в школьной практике распределение ролей нередко осуществляется формально, без учета индивидуальных склонностей и образовательных потребностей обучающихся, что снижает потенциал проектной деятельности как средства обучения и профессиональной ориентации.

В контексте ранней профессионализации школьников особую значимость приобретает соответствие выполняемой роли интересам и возможностям

обучающегося. Как показывают исследования, включение обучающихся в профессионально ориентированные виды деятельности на ранних этапах обучения способствует формированию устойчивых профессиональных намерений и осмысленного отношения к выбору образовательной траектории [10, 11]. Однако для реализации данного потенциала требуется создание педагогических условий, обеспечивающих осознанное участие обучающихся в проекте, одним из которых является выявление их ролевых предпочтений.

Выявление ролевых предпочтений обучающихся целесообразно рассматривать как самостоятельный этап организации инженерно-ориентированного математического проекта, предшествующий распределению ролей и началу основной проектной деятельности. Данный этап направлен на получение информации о склонностях обучающихся к выполнению различных видов проектных действий, включая аналитические, конструкторские, организационные и коммуникативные. В отличие от традиционных профориентационных методик, диагностика ролевых предпочтений в рамках математического проекта ориентирована не на выявление профессиональных намерений в целом, а на определение готовности и интереса обучающихся к выполнению конкретных функций в проектной деятельности.

Методически обоснованная диагностика ролевых предпочтений позволяет решить ряд задач, значимых для организации инженерно-ориентированного проекта: способствовать равномерному распределению проектных функций между участниками и снижению риска перегрузки отдельных обучающихся; результаты диагностики могут использоваться для повышения осознанности выбора роли, что положительно отражается на мотивации и включенности обучающихся в деятельность [9, 6]. Этап выявления ролевых предпочтений создает условия для последующей ротации ролей и расширения проектного опыта обучающихся.

Требования к диагностическому инструменту, используемому на данном этапе, определяются спецификой инженерно-ориентированного математического проекта. Такой инструмент должен учитывать, с одной стороны, особенности математической подготовки обучающихся и их готовность к выполнению аналитических и моделирующих действий, а с другой – интерес к различным видам проектной деятельности, включая организацию работы, взаимодействие в группе и презентацию результатов. В этом смысле диагностика ролевых предпочтений может опираться на принципы, используемые при разработке диагностических материалов и оценке образовательных результатов и критерии, связанные с функциональной и математической грамотностью обучающихся [6–8].

Предлагаемый в работе диагностический инструмент применялся в рамках реализации инженерно-ориентированного математического проекта с обучающимися 9-10 классов (N=30) МАОУ СОШ №211 им. Л.И. Сидоренко города Новосибирска в условиях внеурочной деятельности. Проект реализовывался в групповой форме и предполагал распределение профессионально-деятельностных ролей между участниками.

Анализ результатов диагностики позволил выделить преобладающие типы ролевых предпочтений обучающихся, связанные с различными способами включения в проектную деятельность. На основе полученных данных осуществлялось первичное распределение профессионально-деятельностных ролей в проектных группах с учетом необходимости их функциональной сбалансированности. В частности, при формировании групп обеспечивалось присутствие обучающихся, ориентированных на аналитическую работу, визуально-конструкторские действия, организацию

взаимодействия и представление результатов, что позволило избежать одностороннего распределения функций внутри группы.

Опыт реализации инженерно-ориентированных математических проектов показывает, что включение этапа выявления ролевых предпочтений в структуру проекта позволяет повысить его образовательную эффективность и создать условия индивидуализации участия обучающихся. В частности, результаты диагностики могут использоваться не только для первичного распределения ролей, но и для анализа ролевых траекторий обучающихся в ходе проекта, а также для рефлексии полученного опыта. Таким образом, выявление ролевых предпочтений выступает важным методическим элементом организации инженерно-ориентированного математического проекта, обеспечивающим согласование целей обучения, содержания проектной деятельности и индивидуальных особенностей обучающихся.

В рамках настоящего исследования этап выявления ролевых предпочтений рассматривался как составная часть организации инженерно-ориентированного математического проекта, предшествующая распределению ролей и началу основной проектной деятельности. При разработке диагностического инструмента в качестве методологической базы выступали положения деятельностного и проектного подходов, согласно которым образовательный результат определяется характером выполняемой деятельности и степенью осознанного включения обучающихся в ее реализацию. В связи с этим опросник был разработан как инструмент, позволяющий соотнести индивидуальные особенности обучающихся с профессионально-деятельностными ролями, востребованными в проекте.

Содержательно опросник строился как система тематических блоков, отражающих различные аспекты проектной деятельности: способы вхождения в математическую задачу, отношение к неопределенности и поиску решения, предпочтительный тип ответственности, характер взаимодействия с математическим материалом, а также готовность к смене функций в ходе проекта. Такой подход позволил связать диагностируемые характеристики с профессионально-деятельностными ролями, востребованными в инженерно-ориентированном математическом проекте, и обеспечить методическую интерпретацию полученных данных. Примеры интерпретации диагностических результатов и их использование при организации проектной деятельности представлены в таблице 1.

Таблица 1

Интерпретация диагностических результатов выявления ролевых предпочтений обучающихся в инженерно-ориентированном математическом проекте

Блок диагностических утверждений	Пример формулировок (фрагмент опросника)	Логика интерпретации результатов	Методический эффект
Способ вхождения в математическую задачу	Приступая к проектной задаче, мне важно: а) понять математическую модель; б) увидеть будущий объект; в) обсудить решение с другими; г) спланировать этапы работы	Доминирующий вариант отражает предпочтительный способ включения в деятельность (аналитический, визуально-конструкторский, коммуникативный, организационный)	Основание для первичного распределения профессионально-деятельностных ролей
Отношение к неопределенности и поиску решения	Мне комфортнее работать, когда: а) есть четкий алгоритм;	Фиксируется готовность к работе в условиях проектной	Подбор уровня сложности проектных задач и

	б) можно искать разные варианты; в) решение вырабатывается в группе	неопределенности, характерной для инженерных задач	степени самостоятельности
Предпочтительный тип ответственности	В проекте мне важнее отвечать за: а) расчеты и обоснования; б) целостность решения; в) координацию действий; г) представление результата	Ответы позволяют соотнести обучающихся с функциональными ролями проекта без жесткого закрепления	Формирование функционально сбалансированных проектных групп
Характер взаимодействия с математическим материалом	Математика в проекте для меня – это: а) инструмент доказательства; б) средство проверки идеи; в) способ объяснить решение другим	Выявляется характер использования математических знаний в проектной деятельности	Определение роли математики в индивидуальной проектной траектории
Готовность к смене функций	Мне интересно попробовать себя в разных ролях в ходе проекта	Фиксируется установка на ролевую ротацию и расширение опыта	Планирование смены ролей на последующих этапах проекта

Разработанный опросник используется для методически обоснованного распределения проектных функций и планирования ролевой ротации обучающихся в ходе реализации инженерно-ориентированного математического проекта. Вопросы формулировались в деятельностной логике и предполагали выбор вариантов, отражающих различные типы проектных действий. Полученные результаты не интерпретировались как основания для жесткого закрепления ролей, а рассматривались как методический ориентир для первичного распределения функций в проекте и последующей ролевой ротации.

Интерпретация результатов осуществлялась на основе доминирования определенных типов ответов по каждому блоку, что позволило выявить индивидуальные ролевые предпочтения обучающихся без использования балльной оценки и тестовой нормировки результатов. Сбор и первичная обработка диагностических данных осуществлялись в цифровом формате с использованием электронных таблиц, что обеспечило наглядность представления результатов, возможность их сопоставления и принятие методических решений при распределении и последующей ротации ролей. Такой подход согласуется с положениями деятельностного и проектного подходов в образовании и не противоречит существующим представлениям о профессиональных пробах и ранней профессионализации, при этом адаптируя их к задачам обучения математике в инженерном контексте.

Заключение. Проведенное исследование позволило обосновать выявление ролевых предпочтений обучающихся как значимого этапа организации инженерно-ориентированных математических проектов. Показано, что включение предлагаемого этапа в структуру проектной деятельности создает условия для обоснованного распределения профессионально-деятельностных ролей, повышения мотивации обучающихся и равномерного включения участников в совместную работу. Кроме того, учет ролевых предпочтений обучающихся способствует более осознанному применению математических знаний в проектной деятельности, что отражается в характере выполняемых расчетных, аналитических и моделирующих действий.

Разработанный в исследовании диагностический инструмент ориентирован на выявление предпочтительных способов включения обучающихся в инженерно-ориентированную математическую деятельность и принципиально отличается от традиционных профориентационных и психологических методик. Его содержание и логика интерпретации результатов основаны на деятельностном и проектном подходах и направлены на получение педагогически значимой информации, необходимой для организации учебного проекта, а не на типологизацию личности обучающихся. Это обеспечивает методическую корректность использования опросника в условиях обучения математике.

Анализ педагогических наблюдений и результатов организации проектной деятельности свидетельствует о том, что учет ролевых предпочтений обучающихся способствует формированию функционально сбалансированных проектных групп и повышает эффективность проектной деятельности. Использование данных диагностики не только на этапе первичного распределения ролей, но и при планировании их последующей ротации позволяет расширить проектный опыт обучающихся и создать условия для индивидуализации образовательных траекторий.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования предложенного этапа выявления ролевых предпочтений в системе урочной и внеурочной деятельности по математике при организации инженерно-ориентированных проектов различной тематики. Представленный подход может быть адаптирован к условиям основной и старшей школы, а также использован при разработке методических материалов для учителей математики.

Перспективы дальнейших исследований связаны с развитием диагностического инструментария, цифровых процедур анализа диагностических данных, включая обработку средствами электронных таблиц и автоматизацию интерпретации результатов, а также изучением ролевых траекторий обучающихся в процессе реализации инженерно-ориентированных математических проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евстифеева, Т.В. Организация проектно-исследовательской деятельности в процессе обучения математике / Т.В. Евстифеева, А.И. Стаценко // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. – 2025. – Т. 9, № 2(34). – С. 265-274.
2. Коптева, М.В. Организация проектной деятельности в условиях цифровой информационно-образовательной среды // Известия Воронежского государственного педагогического университета. – 2022. – № 4(297). – С. 57-61.
3. Goos M., Carreira S., Namukasa I. K. Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions // ZDM Mathematics Education. – 2023. – Vol. 55. – P. 1199–1217. – DOI: 10.1007/s11858-023-01533-z.
4. English L. D. Ways of thinking in STEM-based problem solving // ZDM Mathematics Education. – 2023. – Vol. 55. – P. 1219–1230. – DOI: 10.1007/s11858-023-01474-7.
5. Just J., Siller H.-S. The role of mathematics in STEM secondary classrooms: a systematic literature review // Education Sciences. – 2022. – Vol. 12. – Art. 629. – DOI: 10.3390/educsci12090629.
6. Ковалева, Г.С. Функциональность проекта «Мониторинг формирования функциональной грамотности обучающихся» / Г.С. Ковалева, Н.И. Колачев // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2023. – Т. 2, № S1(90). – С. 9-32.
7. Рутковская, Е.Л. Критериально-уровневый подход к разработке учебно-диагностических материалов для формирования финансовой грамотности / Е.Л. Рутковская, А.А. Козлова, Н.И. Колачев // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2023. – Т. 2, № S1(90). – С. 65-87.
8. Рослова, Л.О. Критерии для разработки заданий, предназначенных для формирования и оценки математической грамотности / Л.О. Рослова, Е.С. Квитко, И.И. Карамова // Отечественная и зарубежная педагогика. – 2023. – Т. 2, № S1(90). – С. 51-64.

9. Обухов, А.С. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современной России: перспективная рефлексия // Исследователь/Researcher. – 2023. – № 1-2(41-42). – С. 18-34.
10. Гумерова Е.И., Вайнштейн Ю.В. Проектная деятельность по математике как средство ранней профессионализации школьников в инженерной сфере // Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева. – 2025. – № 3(73). – С. 5–17.
11. Гумерова Е.И., Вайнштейн Ю.В. Первые шаги в инженерии: ранняя профессионализация школьников через проектную деятельность при обучении математике // Новые образовательные стратегии в открытом цифровом пространстве: материалы науч.-практ. конф. – СПб.: РГПУ, 2025. – С. 195–202.
12. Данилаев, Д.П. Эволюция инженерной педагогики: основания и три измерения / Д.П. Данилаев, Н.Н. Маливанов // Высшее образование в России. – 2021. – Т. 30, № 11. – С. 125-138.

REFERENCES

1. Evstafieva T.V. & Statsenko A.I. (2025) [Organization of design and research activities in the process of teaching mathematics] *Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Gumanitanyie I obschestvennye nauki = Bulletin of Kemerovo State University. Series: Humanities and Social Sciences*. 2(34), 265-274. (In Russian)
2. Kopteva, M.V. (2022) [Organization of project activities in the digital information and educational environment]. *Izvestiya Voronezhskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta* = Proceedings of Voronezh State Pedagogical University. 4(297), 57–61. (In Russian).
3. Goos, M., Carreira, S. & Namukasa, I.K. (2023) Mathematics and interdisciplinary STEM education: recent developments and future directions. *ZDM Mathematics Education* 55, 1199–1217, doi: 10.1007/s11858-023-01533-z.
4. English, L.D. (2023) Ways of thinking in STEM-based problem solving. *ZDM Mathematics Education* 55, 1219–1230, doi: 10.1007/s11858-023-01474-7.
5. Just, J. & Siller, H.-S. (2022) The role of mathematics in STEM secondary classrooms: a systematic literature review. *Education Sciences* 12, article 629, doi: 10.3390/educsci12090629.
6. Kovaleva, G.S. & Kolachev, N.I. (2023) [Functionality of the project "Monitoring the formation of students' functional literacy"]. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika* = Domestic and Foreign Pedagogy. 2 (S1(90)), 9–32. (In Russian).
7. Rutkovskaya, E.L., Kozlova, A.A. & Kolachev, N.I. (2023) [Criterion-level approach to developing educational diagnostic materials for the formation of financial literacy]. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika* = Domestic and Foreign Pedagogy. 2 (S1(90)), 65–87. (In Russian).
8. Roslova, L.O., Kvitko, E.S. & Karamova, I.I. (2023) [Criteria for developing tasks designed to form and assess mathematical literacy]. *Otechestvennaya i zarubezhnaya pedagogika* = Domestic and Foreign Pedagogy. 2 (S1(90)), 51–64. (In Russian).
9. Obukhov, A.S. (2023) [Research and project activities of students in contemporary Russia: a prospective reflection]. *Issledovatel'/Researcher* = Researcher. 1–2(41–42), 18–34. (In Russian).
10. Gumerova, E.I. & Vainshtein, Yu.V. (2025) [Project activity in mathematics as a means of early professionalization of school students in the engineering sphere]. *Vestnik KGPU im. V.P. Astaf'eva* = Bulletin of KSPU named after V.P. Astafiev. 3(73), 5–17. (In Russian).
11. Gumerova, E.I. & Vainshtein, Yu.V. (2025) [First steps in engineering: early professionalization of school students through project-based activity in mathematics education]. In: *Novye obrazovatel'nye strategii v otkrytom tsifrovom prostranstve* [New educational strategies in an open digital space: Proceedings of the scientific and practical conference]. Saint Petersburg, Herzen State Pedagogical University of Russia, pp. 195–202. (In Russian).
12. Danilaev, D.P. & Malivanov, N.N. (2021) [Evolution of engineering pedagogy: foundations and three dimensions]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* = Higher Education in Russia. 30(11), 125–138. (In Russian).

IDENTIFYING STUDENTS' ROLE PREFERENCES IN ENGINEERING-ORIENTED MATHEMATICAL PROJECTS

E.I. Gumerova, Yu.V. Vainshtein

The article is devoted to the problem of organizing engineering-oriented project-based activities in mathematics education. The aim of the study is to substantiate the identification of students' role preferences as a stage in organizing an engineering-oriented mathematical project. It is shown that the results of the questionnaire

can be used as a methodological basis for assigning professional and activity-based roles and for planning their subsequent rotation during the project. Examples of interpreting diagnostic results and their methodological application in the organization of engineering-oriented mathematics projects are presented.

Key words: engineering-oriented mathematics project; project activity; students' role preferences; diagnostics; mathematics education

Поступила в редакцию 17.03.2026 г.

Гумерова Елена Игоревна
Ассистент кафедры инженерной математики,
ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет», Новосибирск, РФ.
E-mail: elena.gumerova30@gmail.com

Вайнштейн Юлия Владимировна
Доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры прикладной математики и анализа данных,
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, РФ.
E-mail: yweinstein@sfu-kras.ru

Gumerova Elena Igorevna
Assistant of Department of Engineering Mathematics, Novosibirsk State Technical University, Russia, Novosibirsk.
E-mail: elena.gumerova30@gmail.com

Vainshtein Yulia Vladimirovna
Doctor of Pedagogical Sciences, professor
Professor of Department of Applied Mathematics and Data Analysis,
Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia.
E-mail: yweinstein@sfu-kras.ru