



ФОРМИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ У СТАРШЕКЛАСНИКОВ ЧЕРЕЗ ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ПРОБАХ

**Потапов А. А. ORCID ID 0000-0002-4497-5796,
Семенников А. В. ORCID ID 0000-0002-2763-0550**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет», Казань, Российская Федерация,
e-mail: aapot@ya.ru*

В статье рассматривается актуальная проблема ранней профессиональной ориентации и подготовки будущих инженерно-технических кадров для высокотехнологичных отраслей промышленности. Целью исследования является теоретическое обоснование и практическая апробация модели формирования начальных инженерных компетенций у старшеклассников через проектную деятельность в рамках профессиональных проб федерального проекта «Билет в будущее». Эмпирической базой для работы послужил практический опыт кафедры «Промышленная электроника» Казанского государственного энергетического университета, на которой были организованы и проведены профессиональные пробы для обучающихся старших классов по профилю «Инженер-электронщик». В рамках статьи описана авторская методика проведения профессиональной пробы, суть которой заключается в сквозном проектировании и создании школьниками функционирующего прототипа электронного устройства на платформе микроконтроллеров Arduino. В ходе исследования выявлен и детально проанализирован механизм формирования ключевых инженерных компетенций: проектно-аналитической, схемотехнической, конструкторско-технологической, программистской, диагностической и коммуникативной. Эффективность методики подтверждается комплексом используемых методов оценки, таких как анализ работоспособности созданных прототипов, включенное наблюдение и анкетирование. Результаты показывают высокий уровень заинтересованности школьников в профессии инженера-электронщика и выбор электроники в качестве приоритетной образовательной траектории, что доказывает высокую педагогическую эффективность предложенного подхода. Данное исследование служит основанием для рекомендации широкого внедрения проектно-ориентированных профессиональных проб в практику инженерных вузов.

Ключевые слова: профессиональные пробы, инженерные компетенции, старшеклассники, проектная деятельность, проектный метод, практико-ориентированное обучение, профориентация, проект «Билет в будущее», промышленная электроника, микроконтроллеры

FORMATION OF ENGINEERING COMPETENCIES IN HIGH SCHOOL STUDENTS THROUGH PROJECT ACTIVITIES ON CAREER TRIALS

**Potapov A. A. ORCID ID 0000-0002-4497-5796,
Semennikov A. V. ORCID ID 0000-0002-2763-0550**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
“Kazan State Power Engineering University”, Kazan, Russian Federation,
e-mail: aapot@ya.ru*

The article discusses the urgent problem of early professional orientation and training of future engineering and technical personnel for high-tech industries. The purpose of the study is the theoretical substantiation and practical approbation of the model for the formation of initial engineering competencies among high school students through project activities within the framework of professional tests of the federal project “Ticket to the Future”. The empirical basis for the work was the practical experience of the Department of Industrial Electronics of the Kazan State Power Engineering University, where professional tests were organized and conducted for high school students in the profile “Electronics Engineer”. Within the framework of the article, the author’s methodology for conducting a professional test is described, the essence of which is the end-to-end design and creation by schoolchildren of a functioning prototype of an electronic device on the platform of Arduino microcontrollers. In the course of the study, the mechanism for the formation of key engineering competencies was identified and analyzed in detail: design and analytical, circuit engineering, design and technological, programming, diagnostic and communicative. The effectiveness of the methodology is confirmed by the set of assessment methods used, such as analysis of the performance of the created prototypes, participant observation and questionnaire. The results show a high level of interest of schoolchildren in the profession of an electronics engineer and the choice of electronics as a priority educational trajectory, which proves the high pedagogical effectiveness of the proposed approach. This study serves as the basis for recommending the widespread introduction of project-oriented professional tests in the practice of engineering universities.

Keywords: professional trials, engineering competencies, high school students, project activities, project method, practice-oriented training, career guidance, Ticket to the Future project, industrial electronics, microcontrollers

Введение

Современный этап технологического развития Российской Федерации, характеризующийся курсом на достижение технологического суверенитета и импортозамещение в ключевых отраслях промышленности, предъявляет исключительные требования к качеству и количеству инженерных кадров. Эффективное функционирование и конкурентоспособность таких секторов экономики, как микроэлектроника, приборостроение, робототехника и энергетика, напрямую зависят от притока мотивированных, квалифицированных и творчески мыслящих инженеров [1]. Однако, как констатируют многочисленные исследования и государственные доклады в сфере образования, сохраняется устойчивый дисбаланс между потребностями экономики и выбором будущей профессии у выпускников школ [2].

Проблема заключается не только в количественном дефиците абитуриентов инженерных направлений, но и в их качественной подготовке. Зачастую выбор выпускником школы инженерной специальности носит случайный, неосознанный характер, продиктованный внешними факторами (мнение родителей, проходной балл), а не сформированным внутренним интересом и пониманием сути будущей профессиональной деятельности [3]. Это приводит к ряду негативных последствий: низкой академической успеваемости на младших курсах, потере мотивации, отчислению из вузов и в итоге к неэффективному использованию ресурсов системы высшего образования и дефициту высококлассных специалистов на рынке труда.

Сложившаяся ситуация актуализирует задачу кардинального пересмотра подходов к профориентационной работе со школьниками [4, 5]. Традиционные формы, такие как экскурсии на предприятия или информационные лекции, носят пассивный, ознакомительный характер и не позволяют обучающемуся в полной мере «примерить» на себя профессию, оценить свои склонности и способности к конкретному виду инженерного труда. В связи с этим наиболее перспективным направлением становится реализация моделей практико-ориентированной, или «ситуативной», профориентации, основанной на принципе деятельностного подхода [6, 7].

Эффективным инструментом, воплощающим данный подход на федеральном уровне, является проект «Билет в будущее», целью которого является формирование у обучающихся способности к осознанному профессиональному выбору через про-

хождение профессиональных проб. Профессиональная проба в данном контексте понимается не как однократное мероприятие, а как моделирование ключевых элементов профессиональной деятельности, позволяющее школьнику погрузиться в реальный рабочий процесс под руководством наставника [8, 9].

Особый потенциал для инженерно-технических направлений имеют профессиональные пробы, выстроенные вокруг проектной деятельности [10]. Именно проектный метод, предполагающий решение комплексной задачи от идеи до материального результата, наиболее адекватно отражает суть современной инженерной практики. Он позволяет формировать не разрозненные знания, а систему начальных инженерных компетенций, включающую проектно-аналитическое мышление, навыки конструирования, программирования, диагностики и командной работы [11].

Цель исследования – теоретическое обоснование и практическая апробация модели формирования начальных инженерных компетенций у старшеклассников через проектную деятельность, интегрированную в структуру профессиональных проб на базе вуза.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования выступает процесс профессиональной ориентации обучающихся 10–11-х классов, а предметом – методика организации проектной деятельности в рамках профессиональных проб по профилю «Инженер-электронщик».

Задачи исследования:

–Проанализировать теоретические основы и существующие практики использования проектной деятельности в профориентационной работе.

–Разработать и описать модульную методику проведения профессиональных проб, основанную на сквозном проектировании электронного устройства.

–Выявить и классифицировать ключевые инженерные компетенции, формируемые на каждом этапе проектной деятельности.

–Оценить эффективность предложенной методики на основе анализа работоспособности созданных прототипов и результатов анкетирования участников.

Эмпирической базой исследования послужил опыт организации и проведения 16 часовых профессиональных проб по профилю «Инженер-электронщик» на кафедре «Промышленная электроника» Казанского государственного энергетического университета для обучающихся старших классов школ Республики Татарстан

в 2024–2025 учебном году, общей численностью 114 чел. В качестве основного метода проведения был использован проектный подход, интегрированный в структуру профессиональной пробы [12].

Организация процесса включала следующие модули:

1. Вводный модуль (2 академических часа). Знакомство с профессией, основами схемотехники и архитектурой микроконтроллеров на примере Arduino. Проводилась входная диагностика уровня знаний и мотивации.

2. Проектно-аналитический модуль (4 ч). Участники получали техническое задание на создание прототипа. Были предложены типовые, но полноценные проекты: «Система автоматического полива растений», «Цифровой термометр с выводом на LCD-экран», «Умный светильник с датчиком освещенности». Школьники анализировали техническое задание, под руководством наставника разрабатывали структурную и принципиальную схемы устройства, подбирали необходимые компоненты (резисторы, датчики, светодиоды, микроконтроллер).

3. Практико-исполнительский модуль (8 ч). Реализация проекта включала следующие этапы: сборку схемы на макетной плате, написание и отладку программного кода в среде Arduino IDE, паяльные работы для создания устойчивого прототипа, тестирование и устранение ошибок.

4. Рефлексивно-оценочный модуль (2 ч). Презентация готовых устройств, обсуждение результатов, трудностей и найденных решений. Проводилось итоговое анкетирование и беседа с наставником о дальнейших образовательных траекториях [13].

Для оценки эффективности применялись методы включенного наблюдения, анкетирование и анализ работы созданных прототипов. Для объективной оценки прототипа использовались такие критерии, как корректность монтажа, безопасность, стабильность работы, соответствие алгоритма работы техническому заданию, объяснение принципа работы.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе проведения профессиональных проб по знакомству с профессией инженера-электронщика был реализован комплексный проектный подход, который выступил в качестве основного механизма формирования начальных инженерных компетенций [14]. Каждый этап работы над созданием прототипа электронного устройства был направлен на развитие конкретных навыков и видов мышления, характерных

для инженера-электронщика. Детальный процесс формирования этих компетенций проанализирован ниже.

1. Проектно-аналитическая компетенция. Данная компетенция формировалась на стартовом этапе проектно-аналитического модуля – анализе технического задания. Школьникам предлагалось не просто ознакомиться с задачей (например, «создать систему автоматического полива»), а провести ее декомпозицию. Они должны были самостоятельно определить, какие подсистемы необходимы: система измерения влажности почвы (датчик влажности), система принятия решения (микроконтроллер Arduino UNO), система исполнения (водяной насос или клапан) и система индикации (светодиод или дисплей). Этот процесс требовал перехода от абстрактной цели к конкретным техническим требованиям.

Подтверждением сформированности данной компетенции служили разработанные участниками структурные и функциональные схемы устройства. Качественным показателем являлась не просто схема, скопированная из интернета, а схема, отражающая понимание связей между элементами. Например, способность ученика аргументировать, почему для управления насосом необходим транзисторный ключ, а не прямое подключение к выводу микроконтроллера, прямо свидетельствовала о сформированности системного аналитического мышления. Наблюдение за дискуссиями между участниками в ходе этого этапа также показывало рост их способности к технической аргументации [15].

2. Схемотехническая и конструкторско-технологическая компетенции. Эти компетенции развивались на этапе практико-исполнительского модуля при реализации проекта. Работа с макетной платой и пайка выводных компонентов требовали понимания физических принципов монтажа. Участники на практике осваивали необходимость соблюдения полярности электролитических конденсаторов и светодиодов, понимали последствия создания «паразитных» коротких замыканий и важность надежности механического соединения. Преодоление конкретных проблем, например «дребезга» кнопки или помех от длинных проводов к датчику, давало бесценный опыт, который невозможно получить в теоретическом курсе.

Основным инструментом подтверждения сформированности данных компетенций выступал анализ работоспособности собранного прототипа. Устройство, которое стабильно функционировало в соответствии с техническим заданием, являлось прямым доказательством усвоения схемотехнической и конструкторско-технологической компетенций.

технических и конструкторских принципов. Кроме того, методика «включенного наблюдения» фиксировала, как участники начинали применять систематический подход к поиску неисправностей. Например, ученики использовали мультиметр для проверки целостности цепи или наличия напряжения на выводах микроконтроллера вместо хаотичного переподключения компонентов.

3. Программистская компетенция формировалась через написание и отладку кода в среде Arduino IDE. Участники переходили от простого копирования примеров к осмысленному изменению алгоритмов. Например, изменение порога срабатывания датчика влажности или добавление в программу функции плавного изменения яркости светодиода (ШИМ) требовало понимания логики работы программы, синтаксиса языка C++ и взаимодействия между аппаратной и программной частями.

Прямым доказательством сформированности компетенции являлся процесс отладки кода. Способность школьника самостоятельно проанализировать неправильное поведение устройства, локализовать ошибку в программе и исправить ее являлась наиболее объективным индикатором сформированности компетенции. Анализ итоговых программных кодов, созданных участниками, свидетельствовал о развитии алгоритмического мышления.

4. Диагностическая компетенция, или компетенция отладки и поиска неисправностей. Эта компетенция, являющаяся краеугольным камнем инженерной деятельности, формировалась вынужденно, при столкновении с неизбежно возникающими проблемами. Ни один из проектов не работал идеально с первой попытки. Столкнувшись с неработающим устройством, школьники под руководством наставника учились выдвигать гипотезы о причинах неисправности («нет питания», «неверно подключен датчик», «ошибка в алгоритме») и последовательно их проверять.

Эффективность формирования данной компетенции подтверждалась снижением количества обращений за прямой помощью к наставнику и изменением характера этих обращений. Если на начальном этапе типичным был вопрос «У меня ничего не работает, что делать?», то к концу профессиональной пробы вопросы становились конкретными и содержательными: «Я проверил, напряжение на выходе датчика 2,3 В, это соответствует норме?», «Почему при срабатывании реле происходит сброс микроконтроллера?» – это демонстрировало переход от пассивного ожидания решения к активному, осмысленному поиску.

5. Коммуникативная и командная компетенции. Хотя проекты были индивидуальными, атмосфера в лаборатории стимулировала активное взаимодействие. Участники естественным образом обменивались идеями, помогали друг другу в диагностике проблем, совместно искали решения в интернете и делились успешными находками.

Подтверждением развития компетенций служили данные включенного наблюдения и финальные презентации проектов. Наблюдение фиксировало рост количества и качества коммуникативных актов между участниками. В ходе презентаций школьники не просто демонстрировали устройство, но и аргументированно объясняли принятые технические решения, описывали трудности, с которыми столкнулись при реализации проекта, и методы их преодоления, что свидетельствовало о глубоком осмыслении проделанной работы и способности ясно излагать техническую информацию.

Анкетирование, проведенное по итогам проб, показало качественный сдвиг в восприятии профессии инженера-электронщика. Более 80 % участников отметили, что раньше представляли работу инженера-электронщика как «рутинную пайку и работу с чертежами», а теперь видят в ней «творческий процесс создания умных устройств с нуля». Около 70 % респондентов указали, что успешное завершение проекта, несмотря на возникшие трудности, повысило их уверенность в способности самостоятельно решать сложные технические задачи. Порядка 75 % школьников рассмотрели профессию инженера-электронщика как приоритетный вариант для дальнейшего обучения.

Таким образом, комплексный анализ созданного прототипа, данных наблюдения и результатов анкетирования однозначно подтверждает, что проектная деятельность в рамках профессиональных проб является высокоэффективной средой для целенаправленного формирования системы начальных, но фундаментальных инженерных компетенций у старшеклассников.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что профессиональные пробы, выстроенные вокруг сквозного проектирования реального электронного устройства, являются высокоэффективным педагогическим инструментом. Такой формат решает задачу узкой профориентации, а также формирует комплекс начальных инженерных компетенций у старшеклассников. Практическое создание прототипа на основе микроконтроллера служит мощ-

ным катализатором познавательного интереса и позволяет преодолеть разрыв между теоретическими знаниями и реальной инженерной деятельностью. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности широкого внедрения проектно-ориентированных профессиональных проб в практику инженерных вузов и центров дополнительного образования для системной работы по подготовке будущего поколения российских инженеров.

Список литературы

1. Меренков А. В., Мельникова О. Я. Практики организации подготовки инженерных кадров, востребованных индустрий 4.0 // Инженерное образование. 2021. № 29. С. 23–33. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47477698> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.54835/18102883_2021_29_2.
2. Козленкова Е. Н., Кривчанский И. Ф. Проектная деятельность школьников как средство профессионального самоопределения в области инженерных профессий // Международный научный журнал. 2019. № 4. С. 62–69. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41034588> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.34286/1995-4638-2019-67-4-62-69.
3. Печерская С. Ю., Фомичев Р. С. Профессиональные пробы как фактор личностного и профессионального самоопределения обучающихся // Профессиональное образование в России и за рубежом. 2019. № 1 (33). С. 89–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37273451> (дата обращения: 05.12.2025).
4. Прохоров А. В. Современные подходы к профессиональной ориентации школьников // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. 2022. Т. 27. № 2. С. 319–328. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48282572> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.20310/1810-0201-2022-27-2-319-328.
5. Черепанова О. В., Первушина Н. С. Опыт внедрения профессиональных проб в систему профориентации // Пермский педагогический журнал. 2012. № 3. С. 78–85. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21919091> (дата обращения: 05.12.2025).
6. Калашникова О. В. Профессиональные пробы как форма профессиональной ориентации современной молодежи в образовательных организациях // Проблемы современного педагогического образования. 2022. № 75–3. С. 296–299. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48682258> (дата обращения: 05.12.2025).
7. Сковородкина И. З., Рубцова И. А. Профессиональное самоопределение обучающихся посредством использования профессиональных проб // Вестник РМАТ. 2022. № 4. С. 114–117. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=50231079> (дата обращения: 05.12.2025).
8. Караваев А. А., Петрова Л. Г. Профессиональные пробы как одно из направлений профориентационной работы со школьниками // Актуальные вопросы образования. 2023. № 1. С. 273–277. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54291185> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.33764/2618-8031-2023-1-273-277.
9. Шевченко Е. Е. Роль наставника в проведении профессиональных проб и в профессиональном самоопределении обучающихся 9–11-х классов // Ratio et Natura. 2020. № 2 (2). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46450773> (дата обращения: 05.12.2025).
10. Бажук О. В. Профессиональные пробы на базе технопарка универсальных педагогических компетенций как условие профессионального самоопределения обучающихся // Казанская наука. 2024. № 2. С. 79–81. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65484304> (дата обращения: 05.12.2025).
11. Курганова Н. А., Раскина И. И. Профессиональное самоопределение школьников в IT-сфере на примере профессиональной пробы «Гейм-дизайнер» // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2024. Т. 13. № 3. С. 49–56. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=74177393> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.24412/2225-8264-2024-3-803.
12. Павлова И. В., Потапов А. А. Внедрение проектной деятельности в образовательный процесс в инженерном вузе // Цифровизация инженерного образования: Сборник материалов международной онлайн-конференции (Ижевск, 30 марта – 01 апреля 2021 г.). Ижевск: Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова, 2021. С. 111–114. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=46177388> (дата обращения: 05.12.2025).
13. Пушкарева И. Ю., Шрамко Н. В. Тьюторское сопровождение профессиональных проб учащихся в общеобразовательной организации // Вестник социально-гуманитарного образования и науки. 2023. № 2. С. 67–72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=65696735> (дата обращения: 05.12.2025).
14. Водчиц-Озмидова А. С., Стражкова Е. А. Интеграция инженерной профориентации и проектной деятельности в образовательной среде // Бизнес. Образование. Право. 2025. № 2 (71). С. 480–488. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=82542484> (дата обращения: 05.12.2025). DOI: 10.25683/VOLBI.2025.71.1314.
15. Рочева О. А., Ноздрин Н. А., Потапов А. А. Формы и методы развития профессиональной мотивации студентов в процессе обучения // Russian Journal of Education and Psychology. 2023. Т. 14. № 5–2. С. 90–94. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=58801427> (дата обращения: 05.12.2025).

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.