

DOI: 10.32517/2221-1993-2026-25-1-73-79

**К. В. Бутарев***Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия;
Школа № 444, г. Москва, Россия***О. А. Пелих, А. Д. Данчева, Д. В. Дубова, А. А. Зезюкина***Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия*

РАЗВИТИЕ ПОДХОДОВ К РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ В РАМКАХ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

Аннотация

Статья посвящена исследованию проблемы организации проектной деятельности обучающихся в рамках программ предпрофессиональной подготовки ИТ-профиля. Актуальность исследования обусловлена необходимостью преодоления разрыва между гетерогенным уровнем входных компетенций школьников и требованиями к качеству инженерно-технических проектов. На примере реализации образовательной программы «Разработка приложений» в экосистеме «школа — вуз» (Московский педагогический государственный университет) проведен сравнительный анализ двух методических моделей: линейной смешанной и дифференцированной адаптивной.

Описана трансформация педагогического дизайна курса, включающая внедрение входного выравнивающего модуля, параллелизацию процессов обучения и разработки, а также интеграцию профессионального инструментария (Git, Trello) и института менторства.

Представлены результаты педагогического эксперимента, демонстрирующие, что переход к индивидуализированным траекториям и консультативной модели сопровождения обеспечивает качественный рост образовательных результатов. Эффективность предложенной методики подтверждается кратным увеличением конверсии учебных проектов в призовые места на профильных конференциях и значимым повышением уровня вовлеченности обучающихся.

Ключевые слова: проектная деятельность, информатика, предпрофессиональная подготовка, профильное обучение, разработка приложений.

Информация об авторах

Бутарев Кирилл Викторович, аспирант, старший преподаватель кафедры теории и методики обучения математике и информатике, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; учитель информатики, школа № 444, г. Москва, Россия; *e-mail:* k1306969@gmail.com

Пелих Олеся Александровна, студентка 4-го курса бакалавриата, техник 1-й категории кафедры теории и методики обучения математике и информатике, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *e-mail:* oa.pelikh@mpgu.su

Данчева Анна Дмитриевна, студентка 4-го курса бакалавриата, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *e-mail:* ad_dancheva@student.mpgu.edu

Дубова Дана Вячеславовна, студентка 3-го курса бакалавриата, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *e-mail:* dubovadv@mail.ru

Зезюкина Ангелина Андреевна, лаборант лаборатории перспективной дидактики, Институт математики и информатики, Московский педагогический государственный университет, г. Москва, Россия; *e-mail:* angelland1999@gmail.com

K. V. ButarevMoscow Pedagogical State University, Moscow, Russia;
School 444, Moscow, Russia**O. A. Pelikh, A. D. Dancheva, D. V. Dubova, A. A. Zezyukina**

Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia

EVOLUTION OF APPROACHES TO IMPLEMENTING PROJECT ACTIVITY PROGRAMS FOR SCHOOLCHILDREN AS PART OF PRE-PROFESSIONAL TRAINING

Abstract

The article investigates the organization of project-based learning for students within pre-professional IT training programs. The relevance of the study is driven by the need to bridge the gap between the heterogeneous entry-level competencies of school students and the quality standards required for engineering and technical projects. Using the "Apps Development" program implemented within the "school — university" ecosystem (Moscow Pedagogical State University) as a case study, a comparative analysis of two methodological models is conducted: a linear blended model and a differentiated adaptive model.

The article describes the transformation of the course's instructional design, which includes the implementation of an introductory leveling module, the parallelization of learning and development processes, and the integration of professional tools (Git, Trello) alongside a mentorship system.

The results of the pedagogical experiment demonstrate that the transition to individualized learning trajectories and a consultative support model ensures a qualitative improvement in educational outcomes. The effectiveness of the proposed methodology is confirmed by a substantial increase in the conversion rate of student projects into award-winning entries at specialized conferences and a significant rise in student engagement.

Keywords: project-based learning, informatics, pre-professional training, specialized training, apps development.

Information about the authors

Kirill V. Butarev, a postgraduate student, Senior Lecturer at the Department of Theory and Methods of Teaching Mathematics and Informatics, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; an informatics teacher, School 444, Moscow, Russia; *e-mail:* k1306969@gmail.com

Olesya A. Pelikh, a 4th year undergraduate student, a 1st category technician at the Department of Theory and Methods of Teaching Mathematics and Informatics, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *e-mail:* oa.pelikh@mpgu.su

Anna D. Dancheva, a 4th year undergraduate student, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *e-mail:* ad_dancheva@student.mpgu.edu

Dana V. Dubova, a 3rd year undergraduate student, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *e-mail:* dubovadv@mail.ru

Angelina A. Zezyukina, a laboratory assistant at the Laboratory of Advanced Didactics, Institute of Mathematics and Informatics, Moscow Pedagogical State University, Moscow, Russia; *e-mail:* angelland1999@gmail.com

1. Введение

Проектная деятельность обладает глубокими историко-философскими основаниями, восходящими к концепции «обучения через действие» (*англ.* learning by doing) Дж. Дьюи, в которой образование рассматривается как процесс, неразрывно связанный с получением практического опыта [3]. Эти идеи легли в основу деятельностного подхода, который на современном этапе трансформировался в ключевой элемент инженерного и информационно-технологического образования, сместив фокус с педагогической теории на практическую подготовку кадров.

Сегодня, особенно в контексте преподавания информатики, метод проектов выступает безальтернативным инструментом предпрофессиональной ориентации школьников. Актуальные международные исследования подтверждают, что проектное обучение в области компьютерных наук (*англ.* computer science) — это наиболее эффективный способ формирования так называемых «жестких» профессиональных навыков (*англ.* hard skills) и мотивации к дальнейшему обучению [14]. Более того, интеграция технологических проектов в учебный план рассматривается как критически важное условие для выстраивания продуктивного взаимодействия в экосистеме «школа — вуз», позволяя учащимся еще до поступления в университет адаптироваться к требованиям высшей школы [9]. Именно поэтому метод проектов перешел из разряда экспериментов в статус образовательного стандарта и активно используется сегодня в столичной системе образования при реализации проектов «ИТ-класс в московской школе» (<https://profil.mos.ru/it/>) и «ИТ-вертикаль» (<https://profil.mos.ru/it-vert/>).

2. Теоретико-методологические основы проектной деятельности в исторической ретроспективе

Систематизированные У. Килпатриком принципы проектной деятельности, базирующиеся на личной заинтересованности и социальной значимости [11], получили

развитие в отечественной педагогике еще в 1920-х годах как инструмент соединения теории с практикой [2]. В современной образовательной парадигме данный метод закономерно перешел из категории инноваций в статус базового элемента учебных программ, став фундаментом предпрофессиональной подготовки школьников.

С конца XX столетия и на протяжении первых десятилетий XXI века метод проектов претерпел качественную трансформацию, эволюционировав из экспериментальной педагогической практики в системный компонент национальных образовательных стратегий. Если в европейских странах, например в Финляндии, развитие шло по пути «обучения на основе феноменов» (*англ.* phenomenon-based learning), направленного на междисциплинарную интеграцию, то в США и странах Юго-Восточной Азии акцент сместился в сторону STEAM-образования и жесткой привязки проектов к технологическим стандартам.

Глобальным трендом последнего пятилетия стала цифровизация проектной деятельности: переход от создания физических макетов к разработке цифровых продуктов в распределенных командах. Как подтверждает недавнее исследование трендов в образовании, именно интеграция облачных технологий и гибких методологий управления в школьные проекты позволяет сегодня преодолевать разрыв между академической средой и требованиями индустрии, делая обучение глобально ориентированным [10].

Особую актуальность проектный подход приобрел в курсе информатики, где он не только позволяет формировать прикладные навыки и системное мышление [8], но и выступает катализатором развития STEAM-образования. Интеграция междисциплинарных знаний при решении реальных задач способствует выработке компетенций XXI века (критического мышления, коллаборации) и обеспечивает эффективную раннюю профессионализацию обучающихся [12].

В мировой образовательной практике последних лет метод проектов рассматривается как основной инструмент преодоления разрыва между академической

подготовкой и динамично меняющимися требованиями индустрии. Если ранее этот разрыв нивелировался на этапе высшего образования, то сегодня фокус сместился на уровень старшей школы. Эффективным решением стала интеграция вузов в школьный учебный процесс, где вуз выступает не просто заказчиком абитуриентов, а активным модератором проектной деятельности. Такой формат позволяет транслировать актуальные технологические стеки и корпоративные стандарты разработки (*англ.* industry standards) непосредственно в школьную среду. Исследования показывают, что именно партнерство «школа — вуз» при реализации долгосрочных проектов обеспечивает учащимся «мягкую посадку» в профессию, формируя компетенции, которые невозможно развить в рамках классно-урочной системы [13].

В системе образования г. Москвы этот подход был выведен на качественно новый уровень и институционализирован в формате масштабных городских проектов предпрофессиональной подготовки. Взаимодействие школ и вузов перестало носить эпизодический характер и оформилось в устойчивые образовательные вертикали, такие как «ИТ-класс в московской школе» и «ИТ-вертикаль». В рамках этих инициатив проектная деятельность является не факультативным элементом, а обязательной частью учебного плана, методологическое сопровождение которой осуществляют ведущие университеты-партнеры. Это позволяет выстроить бесшовную образовательную траекторию, где школьные проекты становятся первой ступенью реальной научно-исследовательской или инженерной работы.

3. Модель ИТ-образования в Москве: интеграция проектной деятельности в программы «ИТ-класс в московской школе» и «ИТ-вертикаль»

В системе предпрофессиональной подготовки проектной деятельности отводится особая роль, что находит отражение в специализированных образовательных программах.

Ярким примером успешной реализации данного подхода в столичном образовании служат проекты «ИТ-класс в московской школе» (с 2019 года) и «ИТ-вертикаль» (с 2021 года), представляющие собой модель профильного обучения учащихся X—XI и VII—IX классов соответственно. Ключевой особенностью этих программ является стратегическое партнерство общеобразовательных учреждений с ведущими вузами страны, включая Московский педагогический государственный университет (МПГУ) в лице Института математики и информатики (рис. 1).

Специалисты подчеркивают, что образовательный процесс в рамках данных проектов органично сочетает углубленное изучение информатики с обязательной проектно-исследовательской работой [1]. При этом представители вузов не только выполняют традиционную преподавательскую функцию, но и выступают в качестве научных руководителей проектов, что обеспечивает преемственность между школьным и высшим образованием и способствует ранней профессионализации обучающихся.

Организация проектной деятельности в предпрофессиональных классах предполагает многоуровневую систему участия учащихся в различных конкурсных мероприятиях — от локальных школьных до федеральных. Ключевое значение приобретают престижные соревнования, такие как Олимпиада НТИ, конкурс «Большие вызовы» и аналогичные мероприятия, проводимые при вузовской поддержке.

Московский педагогический государственный университет, являясь стратегическим партнером данных инициатив, обеспечивает интеграцию наиболее успешных участников в собственную научно-исследовательскую работу, формируя тем самым непрерывную образовательную траекторию в ИТ-области.

Как свидетельствуют материалы конференции «Инженеры будущего» (<https://conf.profil.mos.ru/>), проектная деятельность в сфере программирования сохраняет лидирующие позиции по популярности среди учащихся. Наибольший интерес вызывают направления, связанные с разработкой программного обеспе-

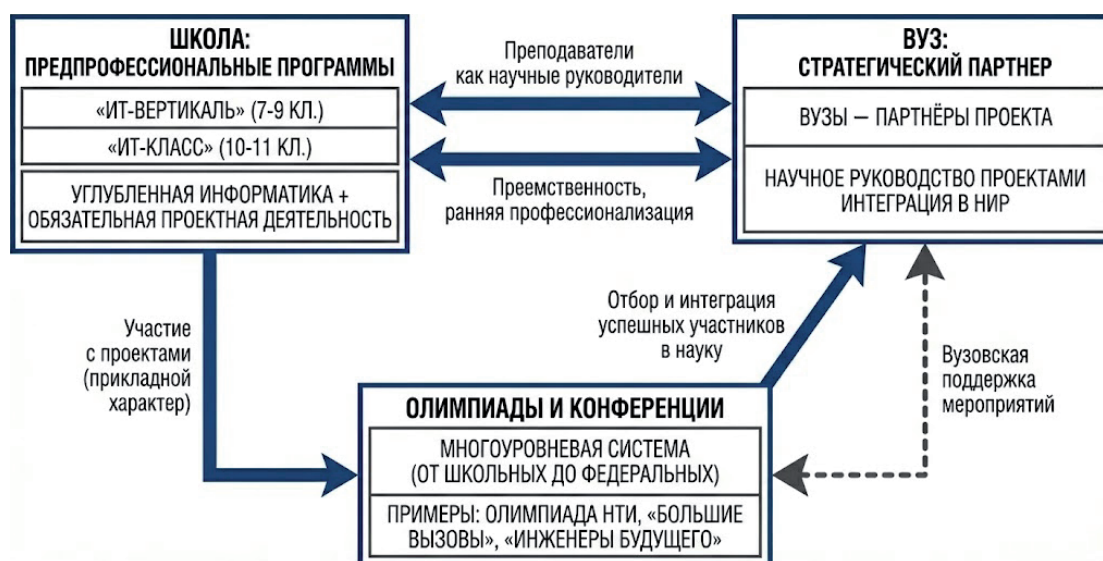


Рис. 1. Схема взаимодействия школы и вуза в рамках городских проектов Москвы

чения, созданием веб-ресурсов и программированием чат-ботов. По данным Д. И. Павлова и коллег, данный тренд обусловлен как доступностью современных инструментов разработки, так и возможностью достижения конкретных практических результатов [6]. Особую актуальность приобретают проекты прикладного характера, направленные на решение актуальных задач — от образовательных технологий до систем школьного самоуправления, а также программы подготовки учеников и отбора наставников [7].

4. Опыт Института математики и информатики МПГУ

4.1. Линейная смешанная модель программы курса «Разработка приложений»: пилотная реализация в 2023/2024 учебном году

В 2023/2024 учебном году Институт математики и информатики МПГУ в качестве вуза-партнера проекта «ИТ-класс в московской школе» инициировал ряд программ проектной деятельности, в том числе **программу по курсу «Разработка приложений»**. Данная образовательная инициатива, рассчитанная на 36 академических часов, предусматривала углубленное изучение методологии создания программного обеспечения через сочетание теоретических и практических модулей. Программа охватила более 90 обучающихся, при этом использовалась гибридная модель обучения (50 % — очные занятия, 50 % — дистанционные), обеспечившая доступность курса для участников из различных регионов.

В пилотном году структурно-содержательная модель программы была реализована в формате смешанного обучения, включающего чередование очных семинаров и дистанционных модулей (рис. 2).

На начальном этапе осуществлялось погружение в специфику проектной деятельности в ИТ-сфере, после чего параллельно запускался дистанционный блок для формирования инвариантной базы: изучения семантики и синтаксиса языка Python, базовых алгоритмов и структур данных.

Ключевым методическим узлом стал последующий очный модуль целеполагания, в рамках которого обучающиеся формулировали темы проектов, разрабатывали методологический аппарат и план действий, а также формировали проектные команды и подбирали соответствующий инструментарий.

Основной этап реализации (который занял практически 3/4 дистанционного объема) был сфокусирован на углубленном освоении жизненного цикла разработки ПО (SDLC), изучении специализированных библиотек и сложных алгоритмических структур.

Финализация образовательного трека проходила в очном формате, занимая оставшуюся половину аудиторной нагрузки. Она включала блок отладки и верификации, направленный на освоение навыков тестирования (QA) и подготовки презентационных материалов, а также заключительный модуль защиты проектов.

По итогам данного этапа проводилась экспертная валидация работ с рекомендациями по доработке и осуществлялся конкурсный отбор для участия в городской научно-практической конференции «Инженеры будущего».

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММЫ (ПИЛОТНЫЙ ГОД: СМЕШАННОЕ ОБУЧЕНИЕ)



Рис. 2. Структурно-содержательная модель программы курса «Разработка приложений» в первый год ее осуществления (пилотный год)

Результатом реализации программы стало создание 27 завершённых проектных работ, охватывающих различные сферы — от образовательных технологий до социально-ориентированных сервисов. Шестнадцать наиболее перспективных разработок были представлены на городской проектной конференции «Инженеры будущего», где семь проектов успешно преодолели конкурсный отбор. Особых результатов достигли три работы: одна удостоена статуса победителя, две другие заняли призовые места.

4.2. Дифференцированная адаптивная модель программы курса «Разработка приложений»: обновление подходов к организации проектной деятельности в 2024/2025 учебном году

Анализ реализации образовательных инициатив Института математики и информатики МПГУ, осуществлённых в 2023/2024 учебном году, включая курс «Разработка приложений», обусловил необходимость кардинального пересмотра подходов к организации проектной деятельности.

Несмотря на профильный статус классов «ИТ-вертикали», педагогическая диагностика выявила существенную гетерогенность контингента: отсутствие конкурсного отбора и зачисление учащихся зачастую исключительно по инициативе родителей привели к низкой мотивации значительной части аудитории и критическому разрыву в базовых компетенциях обучающихся. Готовность к освоению программирования варьировалась от нулевого уровня (у 1/4 обучающихся) до высокого.

Для нивелирования указанных диспропорций была внедрена дифференцированная модель обучения

и модернизирована технологическая инфраструктура: осуществлен переход от платформы MS Teams к экосистеме, включающей Git-хостинги для коллективной разработки и Trello для управления задачами [5].

Структура обновленного курса «Разработка приложений» представлена на рисунке 3.

Начальный этап обновленной программы был направлен на выравнивание образовательного бэкграунда. **Очный блок 1** фокусировался на погружении в методологию проектной деятельности в ИТ, тогда как **заочный блок 2** обеспечивал освоение инварианта: алгоритмики, структур данных и синтаксиса языка Python. Ключевой методической задачей на этом этапе стала компенсация дефицитов без снижения темпа обучения для продвинутых учащихся. Для этого активно использовались средства дистанционной асинхронной поддержки: видеолекции и вариативные задания, объем которых намеренно выходил за рамки регламентированных 36 часов, что позволяло реализовать индивидуальные траектории «доучивания» в режиме самоподготовки.

Основная фаза обучения строилась на принципе параллелизации процессов и индивидуализации сопровождения. **Блоки 3а (очный) и 3б (заочный)** реализовывались синхронно: пока на очных занятиях команды формировали целеполагание, разрабатывали план действий и осваивали инструменты взаимодействия (Trello, Git), в дистанционном формате изучались жизненный цикл ПО (*англ.* Software Development Life Cycle, SDLC) и специализированные библиотеки.

Радикальной трансформации подвергся **блок 4**, отведенный на **непосредственную разработку**: фронтальные занятия были заменены на точечные индивидуальные консультации с командами, что по-

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГРАММЫ (ОБНОВЛЕННАЯ ВЕРСИЯ)



Рис. 3. Структурно-содержательная модель обновленной программы курса «Разработка приложений»

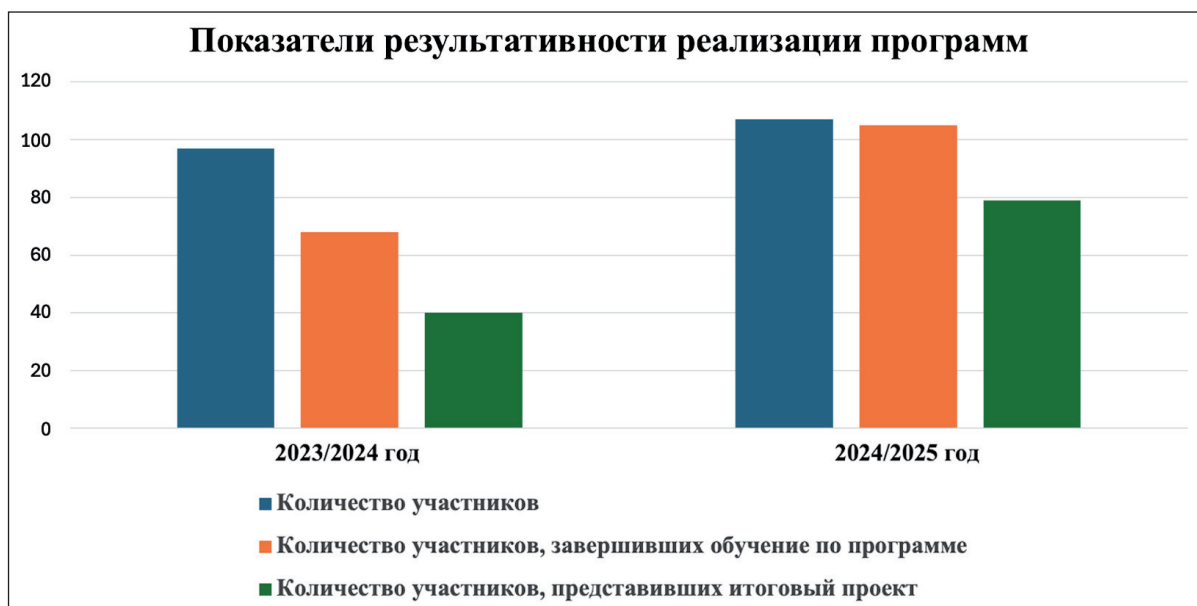


Рис. 4. Динамика результативности реализации программ

зволило детально разбирать ход работы и технические трудности.

Завершающий цикл включал параллельные блоки 5а и 5б, посвященные финализации продукта, тестированию (*англ.* Quality Assurance, QA*), отладке (*англ.* Debug) и подготовке презентационных материалов.

Итогом программы является блок 6 — защита проектов с отбором лучших работ для городской конференции и формированием рекомендаций по дальнейшему развитию разработок.

Реализованные модернизации в программе проектной подготовки позволили существенно повысить **образовательные результаты**. Из 107 участников курса успешное завершение зафиксировано у 105 обучающихся, что свидетельствует о высокой степени вовлеченности и эффективности обновленной методики. В рамках программы было разработано 67 качественных проектных работ различного формата, при этом 53 проекта были представлены на городской конференции «Инженеры будущего». Особого внимания заслуживает факт успешного прохождения конкурсного отбора этой конференции 31 работой, что в 4,5 раза превышает аналогичные показатели предыдущего учебного года (рис. 4).

Педагогические наблюдения подтвердили возросший уровень вовлеченности участников образовательного процесса. Отмечена активность сопровождающих педагогов, а также положительная динамика в сравнительных оценках обучающихся, выделивших преимущества модульной структуры программы. Около 30 % участников осознанно выбирали отдельные компоненты курса, фокусируясь либо на самостоятельной работе с программными средствами, либо на освоении

основ проектной деятельности. Особенно продуктивными оказались результаты работы проектных команд, что подтверждает эффективность внедренных организационных изменений.

5. Заключение

Перспективы развития рассмотренной программы проектной деятельности неразрывно связаны с углублением дифференциации и персонализации образовательного процесса. Стратегическим вектором модернизации выступает переход к построению индивидуальных образовательных траекторий, учитывающих когнитивные особенности и исходный уровень компетенций обучающихся. Для нивелирования академической неоднородности контингента предусмотрена разработка адаптивности контента: компенсирующих модулей с интерактивными тренажерами для учащихся с базовой подготовкой и треков повышенной сложности (*англ.* advanced placement) для мотивированных участников, включая элементы промышленной разработки и углубленного проектного менеджмента [4].

Особое внимание будет уделено миграции технологического стека образовательной программы на отечественное программное обеспечение, что обеспечит технологический суверенитет и соответствие актуальным требованиям индустрии.

Структурная оптимизация программы предполагает институционализацию специализированных профильных треков по востребованным направлениям: разработке диалоговых систем (чат-ботов), мобильных приложений и геймдеву.

Организационная модель будет усилена за счет расширения института менторства: привлечение студентов старших курсов и магистрантов профильных кафедр позволит реализовать принцип индивидуального сопровождения проектных команд.

Рассмотренная в данной статье методика, доказавшая свою эффективность в пилотном режиме, планирую-

* **Quality Assurance, QA** (*с англ.* гарантия качества) — процесс обеспечения качества программного обеспечения, который охватывает все этапы разработки, выпуска и эксплуатации продукта. Его цель — выявить дефекты, обеспечить соответствие продукта требованиям и ожиданиям пользователей, а также минимизировать риски и затраты на исправление проблем после релиза.

ется к масштабированию на смежные образовательные инициативы, включая проект «ИТ-вертикаль», что создаст условия для обеспечения сквозной преемственности на всех этапах предпрофессиональной подготовки.

Дальнейшая реализация программы будет базироваться на принципах доказательной педагогики (*англ.* evidence-based education), предполагающих систематический мониторинг и многофакторный анализ образовательных результатов. Планируется внедрение комплексной системы метрик для оценки эффективности педагогических интервенций, включающей анализ динамики вовлеченности (*англ.* engagement rate), уровня обученности и качества проектных продуктов. Такой дата-центричный подход позволит оперативно корректировать содержательно-методические компоненты курса, формируя адаптивную образовательную экосистему, релевантную разноуровневым потребностям современных школьников и вызовам цифровой экономики.

Список источников

1. Босова Л. Л., Павлов Д. И., Ткач Т. В., Бутарев К. В. О содержании «Базового курса информатики» в проекте «ИТ-класс в московской школе» // Информатика в школе. 2021. № 10 (173). С. 9–18. EDN: FVCHQS. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-10-9-18.
2. Гилёва Е. А. История развития метода проектов в российской школе // Наука и школа. 2007. № 4. С. 17–19. EDN: NCYSNT.
3. Дьюи Дж. Демократия и образование: пер. с англ. М.: Педагогика-Пресс, 2000. 384 с.
4. Котова Л. В., Лебедева Е. С., Котов В. С. Взаимодействие вуза, школы и СПО в реализации проектной деятельности по приложениям математики в области защиты информации // Современное профессиональное образование. 2024. № 6. С. 13–21. EDN: SLSVVO.
5. Мырадов М. В. Особенности интенсивной подготовки учеников к участию в проектной деятельности в области робототехники // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 22–26 апреля 2024 года). М.: МПГУ, 2024. С. 128–134. EDN: MNMYOY.
6. Павлов Д. И., Браун Ю. С., Бутарев К. В., Зезюкина А. А., Шенетева М. Д. Интенсивная дистанционная подготовка обучающихся к проектным олимпиадам в номинации «Разработка приложений» // Педагогическая информатика. 2024. № 1. С. 72–80. EDN: CMWZDX.
7. Павлов Д. И., Браун Ю. С., Мырадов М. В., Барболин Т. А., Скиба Р. А. Кадровые и организационные особенности интенсивной подготовки учащихся к участию в проектной деятельности в области робототехники в условиях предпрофессионального обучения // Информатика в школе. 2024. Т. 23. № 3. С. 72–80. EDN: AZXCLV. DOI: 10.32517/2221-1993-2024-23-3-72-80.
8. Таранова В. В. Проектная культура школьника и этапы ее формирования // Информатика в школе. 2019. № 3. С. 20–25. EDN: FBQUTU. DOI: 10.32517/2221-1993-2019-18-3-20-25.
9. Abdull Jabbar R. The impact of project-based learning through integrating the use of technology in computer science courses on students' acquisition of programming skills // Innovative Teaching and Learning Journal. 2024. Vol. 8. No. 1. P. 1–14. EDN: HSTZKX. DOI: 10.11113/itlj.v8.152.
10. Aldahmash A. H. Trends in project-based learning research in science education: A bibliometric analysis // Sustainability. 2024. Vol. 16. Is. 5. P. 1–19. DOI: 10.3390/su16052103.
11. Kilpatrick W. H. The project method // Teachers College Record. 1918. Vol. 19. P. 319–335.
12. Rehman N., Huang X., Mahmood A., Algerafi M. A. M., Javed S. Project-based learning as a catalyst for 21st-century skills and student engagement in the math classroom // Heliyon. 2024. Vol. 10. No. 23. P. e39988. EDN: XBOLNZ. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e39988.
13. Sánchez-Martínez C. Project-based learning: A methodology to bridge the gap between academic training and professional practice // International Journal of Technology and Design Education. 2022. Vol. 32. P. 2381–2405. DOI: 10.1007/s10798-021-09701-w.
14. Sun J. Research on project-based learning in computer science education // Frontiers in Educational Research. 2023. Vol. 6. Is. 28. P. 79–83. DOI: 10.25236/FER.2023.062811.