

zakhstan. *Contemporary Educational Technology*, 2025, vol. 17, no. 4, art. ep599. <https://doi.org/10.30935/cedtech/17405>.

23 **Beknazar L., Lee Y.-J. ChatGPT as a vocabulary learning tool for EFL learners In Kazakhstan**. *Modern English Education*, 2025, vol. 26, pp. 336-351. <https://doi.org/10.18095/meeso.2025.26.1.336>.

Information about the authors:

Muslimova Assem – PhD student, Department of foreign languages, Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, e-mail: asemmuslimova797@gmail.com.*

Yelubayeva Perizat Keldibayevna – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of turkology and theory of languages, Al-Farabi Kazakh National University, Republic of Kazakhstan, 050000, Almaty, e-mail: perizat.yelubayeva@gmail.com.

Tulegenova Malika Baltabayevna – Master of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, Faculty of world languages, Department of practical English, Abai Kazakh National Pedagogical University, Republic of Kazakhstan, 050000 Almaty, e-mail: malika-askar@mail.ru.

Муслимова Асем – PhD докторанты, Шетел тілдері кафедрасы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ.; e-mail: asemmuslimova797@gmail.com.*

Елубаева Перизат Келдибаевна – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Түркология және тіл теориясы кафедрасы, Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ.; e-mail: perizat.yelubayeva@gmail.com.

Түлегенова Малика Балтабаевна – педагогика ғылымдарының магистрі, аға оқытушы, Әлем тілдері факультеті, Практикалық ағылшын тілі кафедрасы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Қазақстан Республикасы, 050000 Алматы қ.; e-mail: malika-askar@mail.ru.

Муслимова Асем – PhD докторант, кафедра иностранных языков, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан, 050000 г. Алматы, e-mail: asemmuslimova797@gmail.com.*

Елубаева Перизат Келдибаевна – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, кафедра тюркологии и теории языка, Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, 050000 г. Алматы, e-mail: perizat.yelubayeva@gmail.com.

Түлегенова Малика Балтабаевна – магистр педагогических наук, старший преподаватель, факультет мировых языков, кафедра практического английского языка, Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Республика Казахстан, 050000 г. Алматы, e-mail: malika-askar@mail.ru.

МРНТИ 20.01.45

УДК 37.026(075)

<https://doi.org/10.52269/SRDG2612204>

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ STEM-ПРОЕКТОВ КАК ИНСТРУМЕНТ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ ИТ-ПЕДАГОГОВ

Мухамедиева К.М. – PhD, ассоциированный профессор высшей школы естествознания, Марғұлан Университет, г. Павлодар, Республика Казахстан.

Нургазинова Г.Ш. – магистр информатики, преподаватель-эксперт высшей школы естествознания, Марғұлан Университет, г. Павлодар, Республика Казахстан.*

Статья посвящена проблеме формирования инженерного мышления являющегося одним из актуальных и востребованных компетенций будущих ИТ-педагогов. Целью исследования является развитие навыков инженерного проектирования через проектирование интегрированных STEM-проектов будущими ИТ-педагогами. В статье показан фрагмент авторского проекта студентов, в котором студенты осваивают инженерное проектирование и разрабатывают методическое обеспечение для учителей школ и рабочие листы для обучающихся. В результате разработки гайда развиваются профессиональные навыки в обучении. В исследовании был проведен эксперимент с контрольной и экспериментальной группой студентов образовательной программы «Информатика». В течение учебного семестра было проведено наблюдение за контрольной и экспериментальной группами с целью выявления динамики данных успеваемости и выявления любых различий. Для определения уровня приобретенных навыков были привлечены эксперты и

педагоги-практики STEM обучения. Результаты показали, что студенты экспериментальной группы значительно повысили уровень навыка инженерного мышления и обеспечили себя знаниями и навыками, необходимыми для успешной карьеры в научных, технических и инженерных областях. Исследование позволило определить результативность подхода, основанного на применении интеграции дисциплин при проектировании и разработке авторских интегрированных STEM-проектов. В результате исследования определены новые пути для развития навыков инженерного проектирования через проектирование интегрированных STEM-проектов.

Ключевые слова: инженерное мышление, STEM-образование, STEM-проект, искусственный интеллект в образовании, подготовка STEM-педагога, интегрированный STEM-проект.

БОЛАШАҚ ІТ-ПЕДАГОГТАРДЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК ОЙЛАУЫН ДАМУЫ ҚҰРАЛЫ РЕТІНДЕ ИНТЕГРАЦИЯЛЫҚ STEM ЖОБАЛАРЫН ӨЗІРЛЕУ

Мухамедиева К.М. – PhD, жаратылыстану жоғары мектебінің қауымдастырылған профессоры, Марғұлан университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Нургазинова Г.Ш.* – информатика магистрі, жаратылыстану жоғары мектебінің оқытушы-сарапшысы, Марғұлан университеті, Павлодар қ., Қазақстан Республикасы.

Бұл мақалада болашақ ІТ оқытушылары үшін негізгі және сұранысқа ие құзыреттілік болып табылатын инженерлік ойлауын дамыту қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – болашақ ІТ оқытушыларының интеграцияланған STEM жобаларын жобалау арқылы инженерлік жобалау дағдыларын дамыту. Мақалада студенттер инженерлік жобалауды меңгеретін және мектеп мұғалімдеріне әдістемелік қолдау көрсететін және оқушыларға арналған жұмыс парақтарын жасайтын студенттік жобаның үзіндісі ұсынылған. Нұсқаулықты әзірлеу кәсіби оқыту дағдыларын дамытуға әкеледі. Зерттеу информатика бағдарламасы бойынша студенттердің бақылау және эксперименттік тобымен эксперимент жүргізуді қамтыды. Оқу семестрінде академиялық көрсеткіштердің динамикасын анықтау және екі топ арасындағы кез келген айырмашылықтарды анықтау үшін бақылау және эксперименттік топтар бақыланды. Алынған дағдылар деңгейін анықтау үшін сарапшылар мен тәжірибелі STEM оқытушылары тартылды. Нәтижелер эксперименттік топтағы студенттердің инженерлік ойлау дағдыларын айтарлықтай жақсартқанын және ғылыми, техникалық және инженерлік салаларда табысты мансап үшін қажетті білім мен дағдылармен меңгерілгенін көрсетті. Зерттеу түпнұсқа интеграцияланған STEM жобаларын жобалау мен әзірлеуде пәндерді интеграциялауға негізделген тәсілдің тиімділігін анықтады. Зерттеу интеграцияланған STEM жобаларын жобалау арқылы инженерлік жобалау дағдыларын дамытудың жаңа жолдарын анықтады.

Түйінді сөздер: инженерлік ойлау, STEM білім беру, STEM жобасы, білім берудегі жасанды интеллект, STEM мұғалімдерін даярлау, интеграцияланған STEM жобасы.

DESIGNING INTEGRATED STEM PROJECTS AS A TOOL FOR DEVELOPING ENGINEERING THINKING OF PRE-SERVICE IT-TEACHERS

Mukhamediyeva K.M. – PhD, Associate Professor, Higher School of Natural Sciences, Margulan University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

Nurgazinova G.Sh.* – Master of Computer Science, Lecturer-Expert, Higher School of Natural Sciences, Margulan University, Pavlodar, Republic of Kazakhstan.

This article explores the development of engineering thinking, a key and sought-after competency for future IT educators. The aim of the study is to develop engineering design skills through the design of integrated STEM projects by future IT educators. The article presents a fragment of a student project in which students master engineering design and develop methodological support for school teachers and worksheets for students. The development of the guide contributes to the development of professional teaching skills. The study involved an experiment with a control and experimental group of students of the Computer Science program. During the academic term, the control and experimental groups were observed to determine the dynamics of academic performance and identify any differences between the two groups. Experts and practicing STEM educators were consulted to determine the level of acquired skills. The results showed that students in the experimental group significantly improved their engineering thinking skills and acquired the knowledge and skills necessary for successful careers in scientific, technical, and engineering fields. The study determined the effectiveness of an approach based on integrating disciplines in the design and development of original integrated STEM projects. The study identified new ways to develop engineering design skills through the design of integrated STEM projects.

Key words: engineering thinking, STEM education, STEM project, artificial intelligence in education, STEM teacher training, integrated STEM project.

Введение. В современном информационном мире, управляемом программами огромное значение играют технологии на основе ИИ, IoT, блокчейн, VR/AR [1, 2, 3]. Именно развитие компьютерных наук обусловило фундаментальные изменения современного мира, в связи с чем общество испытывает острую потребность в IT-специалистах, способных создавать и внедрять инновационные технологии будущего [4, 5, 6, 7].

Согласно данным аналитической платформы Statista, в 2023 году в мировой сфере ИКТ было занято не менее 60 млн. человек [28]. Несмотря на это, в 2023 году 54% организаций в мире по-прежнему испытывали нехватку IT-специалистов [29]. В данных условиях существенно возрастает значение современных IT-педагогов, которые, в соответствии с моделью TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge), должны обладать не только глубокими предметными знаниями и инновационными педагогическими подходами, но и высоким уровнем технологической компетентности [8].

Цель статьи – развитие инженерного мышления будущих IT-педагогов в процессе проектирования интегрированных STEM-проектов.

Для достижения цели поставлены **задачи**:

1. Выявить необходимость развития инженерного мышления у будущих IT-педагогов.
2. Провести анализ отечественных и международных научных исследований по развитию инженерного мышления у будущих педагогов.
3. Предложен методологический подход по развитию инженерного мышления через интегрированные STEM-проекты.
4. Проведена экспериментальная работа по эффективности предложенного подхода, основанного на интегрированном STEM-подходе.

Значимость роли педагога также подтверждается исследованиями Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), в которых подчеркивается, что достижение устойчивого экономического роста возможно при условии развития интеллектуального потенциала страны посредством обеспечения качества образования, подготовки талантливых обучающихся и формирования у них когнитивных, инженерных и исследовательских навыков [9].

В условиях активного развития и внедрения цифровых технологий метавселенной во все сферы мировой экономики и повседневной жизни, базирующихся на таких ключевых трендах, как AI, IoT, VR/AR и blockchain [10, 11, 12], IT-педагогу должны быть готовы не только профессионально применять их в качестве образовательных технологий [13, 14, 15], но и обучать студентов разработке соответствующих передовых технологических решений. В этих условиях для IT-педагога особую актуальность приобретает формирование инженерного мышления [16, 17, 18, 19], отвечающего современным вызовам и тенденциям развития технологий метавселенной и играющего ключевую роль в подготовке высококвалифицированных и талантливых IT-кадров [10, 12, 14].

В рамках инженерной педагогики развитие инженерного мышления основывается на деятельностном подходе, согласно которому оно формируется в процессе практико-ориентированной деятельности, в частности, инженерного проектирования. Одним из результативных механизмов развития навыков инженерного проектирования является создание и внедрение авторских интегрированных STEM-проектов. Заинтересованность в развитии инженерно-дизайнерского мышления у студентов университетов с помощью внедрения в учебный процесс STEM проектов рассмотрена в работах [16, 18]. В свою очередь, Atman et al., (2007) [19] и Hynes, M. M. (2012) [20] предлагают реализовать проекты путем поэтапного инженерного проектирования, конечным продуктом которых будет являться проект, развивающий у студентов навыки инженерного проектирования.

Интеграцию STEM часто определяют как попытку помочь студентам установить связи между двумя или более дисциплинами STEM [16, 21]. Это моделирует реальный опыт, когда знания из разных дисциплин применяют для решения реальных задач. Междисциплинарная интеграция предполагает объединение тесно связанных концепций и навыков из двух или более дисциплин с целью углубления знаний и навыков.

По мнению ряда исследователей, одним из наиболее эффективных подходов к развитию навыков инженерного проектирования у IT-обучающихся является применение образовательных технологий, основанных на 3D-моделировании и AR/VR, которые обеспечивают обучение полному жизненному циклу разработки технологий – от зарождения идеи до реализации практического проекта [14, 15, 22]. Кроме того, отдельные исследования показывают, что STEM-интегрированные проекты способствуют формированию не только инженерного мышления, но и метакомпетенций, включая критическое мышление и навыки проведения прикладных исследований, что в целом обеспечивает всестороннее развитие, профессиональную успешность и готовность будущих специалистов к решению реальных практических задач [19, 23, 24, 25, 26].

Обеспечение качественного обучения, направленного на развитие инженерных и исследовательских компетенций, выступает важным условием укрепления интеллектуального потенциала страны. Поэтому исследование по проектированию авторских интегрированных STEM-проектов для развития инженерного мышления имеет большое значение [27].

Однако, несмотря на то, что в течение последних 20 лет основное внимание уделялось привлечению интереса студентов к областям STEM посредством предоставления студентам возможностей использовать навыки и знания из различных областей STEM для решения проблем, мало что

известно об эффективности использования авторских интегрированных проектов STEM. В связи с этим авторы статьи считают необходимым решение следующих исследовательских вопросов:

1. Какова степень предпочтения студентами авторских STEM-проектов в процессе инженерного проектирования?

2. Насколько эффективно применение интегрированного STEM-обучения для развития инженерного мышления будущих IT-педагогов?

Материалы и методы. Экспериментальное исследование проводилось на базе Маргулан университета (Республика Казахстан, г. Павлодар) с участием студентов педагогических IT-специальностей. Исследование было направлено на оценку эффективности внедрения учебной дисциплины «STEM-технологии» в образовательную программу подготовки будущих IT-педагогов с целью формирования и развития инженерного мышления. Объем курса составляет 10 академических кредитов (300 часов), включая 90 часов аудиторной работы и 210 часов самостоятельной деятельности обучающихся. В экспериментальном исследовании приняли участие 162 студента, изучавших курс STEM-технологии. В период с 2022 по 2024 год студентами образовательной программы «Информатика» изучалась данная дисциплина в весеннем семестре третьего года обучения. Данная дисциплина введена в виде курса по выбору и изучается в весеннем семестре 3 года обучения. Семестр длится пятнадцать недель. Контроль знаний завершается экзаменом. В течение экспериментального периода с 2022 по 2024 год данный курс освоили 162 студента образовательной программы «Информатика».

В данном исследовании методологической основой является деятельностный и междисциплинарный подход, ориентированные на формирование инженерного мышления через практико-ориентированную проектную деятельность и измерительный подход к диагностике образовательных результатов.

В ходе изучения курса был использован конструктивный подход обучения, реализованный с помощью проектного и проблемно-исследовательского методов. Курс основан на реализации совместной групповой работы студентов над разработкой авторского научного STEM-проекта. Основу проектов составляет этап инженерного проектирования прототипа. В результате проделанной проектной работы у студентов развиваются навыки инженерного проектирования, а также умение эффективно работать в команде.

Был использован экспериментальный дизайн с контрольной и экспериментальной группой студентов образовательной программы «Информатика». В ходе экспериментального исследования преподаватели и эксперты в области STEM осуществляли систематическое наблюдение за уровнем сформированности навыков инженерного проектирования у обучающихся и осуществляли сбор эмпирических данных. Оценивались как индивидуальные, так и групповые результаты учебной деятельности студентов. Средний уровень сформированности навыков инженерного проектирования в экспериментальной группе определялся на основе оценивания выполненных интегрированных STEM-проектов, тогда как в контрольной группе – посредством анализа итоговых проектных работ. В течение семестра обучение в экспериментальной группе реализовывалось на основе проектно-ориентированного подхода с разработкой интегрированных STEM-проектов, в то время как в контрольной группе образовательный процесс строился на выполнении традиционных лекционных и практических заданий.

Критериальная карта наблюдения была разработана на основе анализа научной литературы и обобщения результатов предшествующих эмпирических исследований. Итоговая версия инструмента оценивания включала шесть показателей (навыков), отражающих ключевые компоненты инженерного мышления.

Результаты и обсуждение. По результатам анкетного опроса была определена исходная степень учебной мотивации к изучению дисциплины «STEM-технологии», а также сформирована база входных эмпирических данных для экспериментальной и контрольной групп. Согласно полученным данным, 92,1 % респондентов отметили высокую степень интереса к разработке авторских STEM-проектов, ориентированных на решение практико-ориентированных и социально значимых задач, по сравнению с традиционными методами обучения. Анализ результатов входного анкетирования показал, что при оценке структуры STEM-проекта наибольший интерес у студентов вызывает этап инженерного проектирования прототипа, а также возможность использования технологий STEM (рис. 1).



Рисунок 1 – Диагностика восприятия студентами различных этапов разработки STEM-проекта

На рисунке 2 представлены результаты выполнения студентами заданий по разработке STEM-проектов. Анализ гистограммы показывает, что наибольшие трудности возникли при создании методического обеспечения и рабочих листов для авторских STEM-проектов. Данный факт объясняется тем, что студенты сталкивались с разработкой методических материалов для образовательного процесса впервые. Для повышения эффективности работы над учебным руководством студентам был предоставлен готовый шаблон.

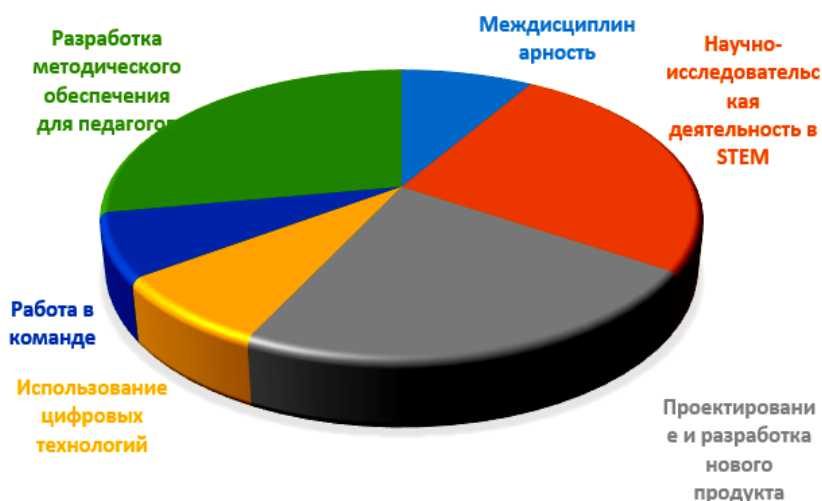


Рисунок 2 – Результативность выполнения заданий в процессе проектной деятельности по STEM

По завершении курса студенты создали авторские STEM-проекты по различным тематикам, включая «Умная теплица», «Мышечный насос жизни» (Таблица 1), «Играем. Развиваемся. Растем», «Smart бесік», «Биоразнообразие Казахстана», «Автоматизированные системы уличного освещения» и «Обучение созданию AR-объектов».

Таблица 1 – Интегрированный STEM-проект «Мышечный насос жизни»

STEM-проект		
День: 28.04.2023 г.	Тема: Разработка авторского STEM проекта	Курс: 3 курс средний целевой уровень знаний
Раздел: Научно-исследовательская работа в направлении STEM (инженерное проектирование)	Цели урока: Разработать авторский продукт в направлении STEM и Teacher guide with work sheets к данному проекту.	Необходимые материалы: Программное обеспечение для реализации проекта, 3D принтер и сканер, филамент, ноутбуки, планшет, видеоролик, материалы для моделирования прототипа, доступ к сети интернет.
<p>Рассмотрим, например, проект студентов 3 года обучения Ахметова Б.А., Бақытжан Ж.Д., Кайрулла М.К. на тему «Мышечный насос жизни» для детей 9-13 лет. Разработан проект для учеников средних классов в STEM направлении с использованием сквозных образовательных технологий на основе 3D, который поможет интегрировать изучаемые темы в предметных областях биологии, изобразительного искусства, математики, химии, информатики, техники, инженерии. Разрабатывается методическое руководство по инженерному проектированию и реализации 3D модели органа сердце. Актуальность заключается в развитии инженерных навыков через STEM- проекты.</p> <p>На занятии используется междисциплинарный подход, в котором осуществляется совместная учебная деятельность студентов и преподавателей. В процессе проектной деятельности и те и другие овладевают навыками инженерного мышления. Выполнен пункт требований по интеграции наук. В связи с этим, при исследовании темы студенты окунутся в различные области, к примеру в биологию, информатику, педагогику, методику обучения, проектирование, моделирование, 3D принтинг, математические расчеты и др. Студенты исследуют строение и функции сердца, переключают свои приобретенные знания на проектирование 3D модели и печать готового продукта. На рисунке 1 проиллюстрирован продукт, полученный в процессе 3D моделирования.</p>		

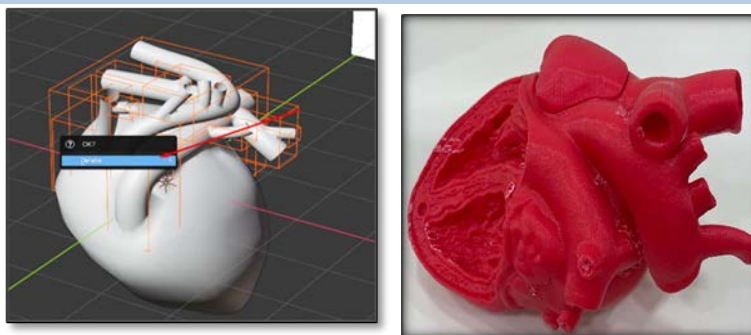


Рисунок 1. Готовый продукт – 3Д модель сердца

Готовый продукт был распечатан на современном устройстве, предназначенном для производства 3Д объектов высокого качества.

Проектно-ориентированная работа имеет вид прикладного характера. Для построения модели было подробно изучено физиологическое строение сердца для детального проектирования и печати прототипа.

В процессе проблемно-исследовательского подхода, проводимого студентами совместно с преподавателем и другими участниками проектной группы, вырабатывается умение взаимодействия и организации для решения поставленных задач. Важен продукт, полученный в процессе деятельности. Также формируется эффективная коллаборативная среда: командная работа над одним проектом.

После проектирования и реализации прототипа 3Д сердца студенты приступают к разработке последнего пункта – методическое обеспечение для учителей школ и рабочие листы для учеников к данному проекту. На рисунке 2 показаны фрагменты Teacher guide. Разработанный Teacher guide «Мышечный насос жизни» является пошаговой инструкцией по выполнению проекта для учителей. Состоит из введения – ключевой информации, разработанной серии уроков с пояснениями и заданиями в виде рабочих листов.

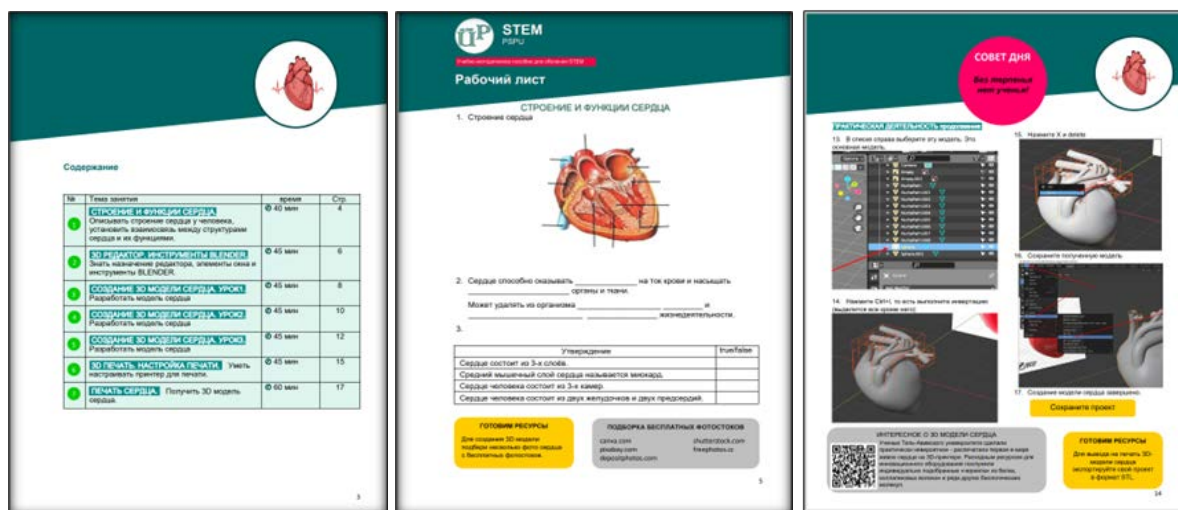


Рисунок 2. Фрагменты методического обеспечения для учителей «Мышечный насос жизни»

Разработка включает в себя серию уроков, разработанную с учетом современных подходов обучения и содержащую подробную информацию по авторскому проекту.

Оценивание выполняется презентацией, защитой итогового продукта и разработанным методическим обеспечением для учителей школ и рабочих листов для учеников.

Оценка разработанных проектов осуществлялась с использованием критериальной шкалы, включающей три уровня сформированности навыков: низкий, достаточный и высокий. Применение данной системы оценивания позволило получить качественные данные, обеспечившие комплексную оценку знаний и умений студентов в процессе проектной деятельности.

Данные, представленные в таблице 2, свидетельствуют о наличии высокого коэффициента корреляции и статистически значимых результатов при уровне значимости $\alpha = 0,05$. Полученные показатели указывают на высокую степень внутренней согласованности инструмента и его методоло-

гическую состоятельность. Надежность критериальной карты наблюдения была подтверждена посредством расчета коэффициента α Кронбаха, значение которого составило 0,80, что позволяет рассматривать данный инструмент как надежное средство сбора эмпирических данных в рамках исследования.

Таблица 2 – Конструктивная обоснованность инструмента наблюдения

№	Показатели и критерии развития инженерного мышления	Корреляционный коэффициент	Степень значимости
1	Способность к творческой работе	0.792	0.00
2	Научно-исследовательское мышление	0.736	0.00
3	Применение навыков инженерного мышления	0.776	0.00
4	Степень содержательной проработанности темы	0.784	0.00
5	Уровень глубины проработки инженерного проектирования	0.886	0.00
6	Коммуникативные навыки выступающего, качество визуального сопровождения и организация групповой работы	0.854	0.00



Рисунок 3 – Результаты диагностики знаний и компетенций студентов экспериментальной группы в процессе разработки STEM-проектов

Согласно результатам оценивания проектов (рисунок 3), анализ гистограммы показывает, что лишь незначительное число студентов продемонстрировали низкий уровень усвоения знаний и навыков по показателям «Степень содержательной проработанности темы», «Уровень глубины проработки инженерного проектирования» и «Научно-исследовательское мышление». Данное явление объясняется тем, что базовые основы научно-исследовательской деятельности изучаются на четвертом курсе, т.е. после прохождения рассматриваемого курса. В связи с этим, у студентов возникали затруднения при выполнении соответствующих этапов разработки проектов.

Анализ данных уровня развития навыков инженерного проектирования у будущих IT-педагогов показан в Таблице 3.

Таблица 3 – Результаты оценки уровня развития инженерного мышления у студентов IT-педагогических направлений на констатирующем и контрольном этапах

Навыки	Низкий уровень		Достаточный уровень		Высокий уровень	
	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ	ЭГ	КГ
Способность к творческой работе	8	23	42	38	30	18
	11%	29%	52%	48%	37%	22,7%
Научно-исследовательское мышление	6	27	48	43	26	9
	8%	34%	59%	54%	33%	11,3%

Продолжение таблицы 3

Уровень глубины проработки инженерного проектирования	11	27	57	43	12	9
	14%	34%	70%	54%	16%	11,3%
Навык конструирования и внедрения инженерных моделей и прототипов	10	29	42	33	28	17
	13%	37%	52%	42%	35%	21,5%
Навык совместной деятельности в группе и координации распределения обязанностей	7	21	41	39	32	19
	10%	27%	51%	49%	40%	24,0%
Умения и знания в области использования цифровых технологий для решения практико-ориентированных задач	4	17	51	43	25	19
	6%	22%	63%	54%	31%	24,0%
Навыки инженерного проектирования	8,64	24,00	47,80	39,81	26,40	15,14

Полученные результаты свидетельствуют о положительной динамике средних показателей успеваемости студентов. В контрольной группе на достаточном уровне средний балл итогового контроля составил 39,81, тогда как в экспериментальной группе аналогичный показатель достиг 47,80, что соответствует приросту успеваемости на 8 баллов. На высоком уровне показатели контрольной группы составили 15,14 балла, а в экспериментальной группе – 26,40 балла, что отражает увеличение на 11,33 балла. При этом доля студентов с низким уровнем успеваемости в экспериментальной группе заметно снизилась и составила 8,64 балла, что на 15,31 балла меньше, чем в контрольной группе. Эти данные подтверждают эффективность внедренного подхода в формировании учебных компетенций.

Для оценки пропорциональной изменчивости уровней развития инженерного мышления при нормальном распределении значений был выбран коэффициент линейной корреляции r-Пирсона. Использование коэффициента корреляции Пирсона оправдано для количественных данных с нормальным распределением и позволяет определить степень взаимосвязи между переменными, что особенно актуально при анализе образовательных показателей, таких как успеваемость и мотивация обучающихся. Распределение данных по показателю «Навыки инженерного проектирования» для экспериментальной (ЭГ) и контрольной (КГ) групп представлено в таблице 3.

Коэффициент измеряет линейную зависимость между двумя количественными переменными и рассчитывается по формуле:

$$r = \frac{n \sum(x_i y_i) - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

где:

- x_i и y_i – значения двух переменных;
- n – количество пар значений.

По результатам расчетов коэффициент корреляции Пирсона для данных о навыках инженерного проектирования составил примерно 0,67, что свидетельствует об умеренно сильной положительной линейной зависимости между показателями экспериментальной и контрольной групп. Анализ полученных данных позволяет заключить, что внедрение учебной программы «STEM-технологии» с использованием технологий STEM и проектирование интегрированного проекта в подготовке будущих IT-педагогов является эффективным и актуальным, что подтверждается значительными положительными результатами.

Таким образом, проведенное исследование позволило оценить эффективность подхода, основанного на интегрированном STEM-обучении, организации командной работы студентов, реализации научно-исследовательской деятельности, а также разработке авторских интегрированных STEM-проектов.

Заключение. В ходе исследования были выявлены новые направления развития навыков инженерного проектирования посредством разработки интегрированных проектов с использованием технологий STEM. Интегрированные STEM-проекты показали свою эффективность как средство развития инженерного мышления у студентов, позволяя им применять знания, навыки и творческий потенциал для решения практико-ориентированных задач. В рамках исследования использование интегрированного STEM рассматривается как результативный инструмент развития инженерного мышления. Данный подход реализуется в рамках курса «STEM-технологии», являющегося составной частью подготовки будущих IT-педагогов в области STEM-образования.

В статье были сформулированы два исследовательских вопроса. Результаты проведенного эксперимента продемонстрировали, что интегрированное STEM-обучение на основе проектной деятельности, в частности инженерного проектирования, оказывает положительное влияние на развитие инженерного мышления студентов. Экспериментальные данные свидетельствуют о значительном

повышении уровня инженерного мышления у участников исследования. Полученные результаты подтверждают актуальность дальнейших исследований, направленных на изучение формирования инженерного мышления у студентов на различных этапах образовательной траектории.

ЛИТЕРАТУРА:

- 1 **Al-Ansi A. et al. Blockchain technology integration in service migration to 6g communication networks: A comprehensive review** [Text] / A. Al-Ansi et al. // Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS). – 2024. – Vol. 34. – No. 3. – P. 1654-1664. DOI: <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v34.i3.pp1654-1664>.
- 2 **Logeswaran K. et al. Unifying technologies in industry 4.0: Harnessing the synergy of internet of things, big data, augmented reality/virtual reality, and blockchain technologies** [Text] / K. Logeswaran et al. – In: Topics in Artificial Intelligence Applied to Industry 4.0., 2024. – P. 127-147. DOI: <http://doi.org/10.1002/9781394216147.ch7>.
- 3 **Kuleto V. et al. Artificial intelligence, machine learning and extended reality: potential problem solvers for higher education issues** [Text] / V. Kuleto et al. – In: Geroimenko, V. (eds) Augmented Reality and Artificial Intelligence. Springer Series on Cultural Computing. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2023. – P. 123-136. DOI: http://doi.org/10.1007/978-3-031-27166-3_7.
- 4 **Yim I. H. Y., Su J. Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review** [Text] / I. H. Y. Yim, J. Su // Journal of Computers in Education. – 2025. – Vol. 12. – No. 1. – P. 93-131. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>.
- 5 **Wiannastiti M., Mujiyanto J., Haryanti R.P. Elevating students' presentation skills with Indonesian local wisdom in virtual teaching mode** [Text] / M. Wiannastiti, J. Mujiyanto, R.P. Haryanti // International Journal of Education and Practice. – 2024. – Vol. 12. – No. 3. – P. 540-556. DOI: <https://doi.org/10.18488/61.v12i3.3724>.
- 6 **Karami A.F., Nurhayati H., Arif Y.M. Design and evaluation Maliki V-Lab: A metaverse-based virtual laboratory for computer assembly learning in higher education** [Text] / A.F. Karami, H. Nurhayati, Y.M. Arif // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14. – No. 6. – P. 814-821. DOI: <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>.
- 7 **Karapakdee J., Wannapiroon P., Nillsook P. Metaverse learning ecosystem for Hyflex learning Snoopathon to enhance systematic thinking and innovative thinking** [Text] / J. Karapakdee, P. Wannapiroon, P. Nillsook // International Journal of Information and Education Technology. – 2024. – Vol. 14. – No. 7. – P. 1016-1022. DOI: <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.7.2129>.
- 8 **Mishra P., Koehler M.J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge** [Text] / P. Mishra, M.J. Koehler // Teachers college record. – 2006. – Vol. 108. – No. 6. – P. 1017-1054.
- 9 **OECD, Building Future-Ready Vocational Education and Training Systems, OECD Reviews of Vocational Education and Training** [Text]. – OECD Publishing, Paris. – 2023. DOI: <https://doi.org/10.1787/28551a79-en>.
- 10 **Chandrashekhara A. et al. (eds.). Metaverse and Immersive Technologies: An Introduction to Industrial, Business and Social Applications** [Text] / A. Chandrashekhara et al. (eds.). – John Wiley & Sons, 2023. – 472 p. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781394177165>.
- 11 **Liu Z. et al. Immersive technologies-driven building information modeling (BIM) in the context of metaverse** [Text] / Z. Liu // Buildings. – 2023. – Vol. 13. – No. 6. – P. 1559. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings13061559>.
- 12 **Murala D.K. METAEDUCATION: State-of-the-Art Methodology for Empowering Feature Education** [Text] / D.K. Murala // IEEE Access. – 2024. – Vol. 12. – P. 166459 – 166459. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3487030>.
- 13 **Kovaleva A.G., Ushakova A.D., Gubina D.I. Cross-cutting digital technologies in teaching the description of infographics in a foreign language to students of educational programs in the field of computer sciences** [Text] / A.G. Kovaleva, A.D. Ushakova, D.I. Gubina // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – T. 2812. – No. 1. – P. 020061. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0161325>.
- 14 **Vaganova O.I. et al. Cross-cutting technologies in education** [Text] / O.I. Vaganova et al. // Amazonia Investiga. – 2021. – Vol. 10. – Iss. 47. – P. 27-34. DOI: <https://doi.org/10.34069/AI/2021.47.11.3>.
- 15 **Marzo-Navarro M., Berné-Manero C. Analysing cross-cutting competencies learning in an online entrepreneurship context** [Text] / M. Marzo-Navarro, C. Berné-Manero // Education and Information Technologies. – 2023. – Vol. 28. – No. 5. – P. 5551-5565. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11359-z>.
- 16 **Moore T.J. et al. Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education** [Text] / T.J. Moore et al. – In: Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices. – Purdue University Press, 2014. – P. 35-60.
- 17 **Dym C.L. et al. Engineering design thinking, teaching, and learning** [Text] / C.L. Dym et al. // Journal of engineering education. – 2005. – Vol. 94. – Iss. 1. – P. 103-120. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>.

18 Wind S.A. et al. **Exploring student understanding of the engineering design process using distractor analysis** [Text] / S.A. Wind et al. // *International Journal of STEM Education*. – 2019. – Vol. 6. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0156-x>.

19 Atman C.J. et al. **Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners** [Text] / C.J. Atman et al. // *Journal of engineering education*. – 2007. – Vol. 96. – Iss. 4. – P. 359-379. DOI: <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x>.

20 Hynes M.M. **Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge** [Text] / M.M. Hynes // *International journal of technology and design education*. – 2012. – Vol. 22. – No. 3. – P. 345-360.

21 Kelley T.R., Knowles J.G. **A conceptual framework for integrated STEM education** [Text] / T.R. Kelley, J.G. Knowles // *International Journal of STEM education*. – 2016. – Vol. 3. – Art. no. 11. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.

22 Castedo R. et al. **Innovations for Laboratory Sessions in Engineering: Pre-lab H5P Videos and Reporting Results Through ad hoc Applications** [Text] / In: *Innovation and Technologies for the Digital Transformation of Education. Lecture Notes in Educational Technology*. Springer, Singapore, 2024. – P. 53-63. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-97-2468-0_6.

23 Ozkizilcik M., Cebesoy U.B. **The influence of an engineering design-based STEM course on pre-service science teachers' understanding of STEM disciplines and engineering design process** [Text] / M. Ozkizilcik, U.B. Cebesoy // *International Journal of Technology and Design Education*. – 2024. – Vol. 34. – P. 727-758. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09837-7>.

24 Berisha F., Vula E. **Developing Pre-service Teachers Conceptualization of STEM and STEM Pedagogical Practices** [Text] / F. Berisha, E. Vula // *Frontiers in Education*. – 2021. – Vol. 6. – P. 585075. DOI: <https://doi.org/10.3389/educ.2021.585075>.

25 Шумейко Т.С. **Ретроспектива и современная методология технического образования: от политехнического до STEM-образования** [Текст] / Т.С. Шумейко // *3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация*. – 2025. – Т. 2. – № 3. – С. 275-289. DOI: <https://doi.org/10.52269/KGTD2532275>.

26 Брагина Т.М. **Практическое применение STEM-технологии на занятиях естественно-научного направления в высшей школе** [Текст] / Т.М. Брагина // *3i: intellect, idea, innovation-интеллект, идея, инновация*. – 2024. – № 4. – С. 194-199. DOI: https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_194.

27 Мухамедиева К.М., Нургазинова Г.Ш. **Развитие инженерного мышления студентов в STEM: Пример интегрированного STEM-проекта** [Текст] / К.М. Мухамедиева, Г.Ш. Нургазинова // *Известия КазУМОиМЯ имени Абылай хана. Серия: Педагогические науки*. – 2025. – Т. 78. – № 3. – С. 263-281. DOI: <https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.78.3.017>

28 Sherif A. **Employment in the IT industry-Statistics & Facts** [Electronic resource]. Statista. Technology & Telecommunications. IT Services. – 2024. URL: <https://www.statista.com/topics/5275/employment-in-the-it-industry/> (Accessed 19.04.2025).

29 Sherif A. **Tech organizations experiencing skills shortage worldwide 2015-2023** [Electronic resource]. Statista. Technology & Telecommunications. IT Services. – 2025. URL: <https://www.statista.com/statistics/1269776/worldwide-organizations-talent-shortage-skills-tech/#statisticContainer> (Accessed 15.05. 2025).

REFERENCES:

1 Al-Ansi A. et al. **Blockchain technology integration in service migration to 6g communication networks: A comprehensive review**. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science (IJECS)*, 2024, vol. 34, no. 3, pp. 1654-1664. <http://doi.org/10.11591/ijeecs.v34.i3.pp1654-1664>.

2 Logeswaran K. et al. **Unifying technologies in industry 4.0: Harnessing the synergy of internet of things, big data, augmented reality/virtual reality, and blockchain technologies**. *Topics in Artificial Intelligence Applied to Industry 4.0*, 2024, pp. 127-147. <http://doi.org/10.1002/9781394216147.ch7>.

3 Kuleto V. et al. **Artificial intelligence, machine learning and extended reality: potential problem solvers for higher education issues**. Geroimenko, V. (eds) *Augmented Reality and Artificial Intelligence*. Springer Series on Cultural Computing. Cham, Springer Nature Switzerland, 2023, pp. 123-136. http://doi.org/10.1007/978-3-031-27166-3_7.

4 Yim I.H.Y., Su J. **Artificial intelligence (AI) learning tools in K-12 education: A scoping review**. *Journal of Computers in Education*, 2025, vol. 12, no. 1, pp. 93-131. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00304-9>.

5 Wiannastiti M., Mujiyanto J., Haryanti R.P. **Elevating students' presentation skills with Indonesian local wisdom in virtual teaching mode**. *International Journal of Education and Practice*, 2024, vol. 12, no. 3, pp. 540-556. <https://doi.org/10.18488/61.v12i3.3724>.

6 Karami A.F., Nurhayati H., Arif Y.M. **Design and evaluation Maliki V-Lab: A metaverse-based virtual laboratory for computer assembly learning in higher education**. *International Journal of Information and Education Technology*, 2024, vol. 14, no. 6, pp. 814-821. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.6.2106>.

7 Karapakdee J., Wannapiroon P., Nillsook P. **Metaverse learning ecosystem for Hyflex learning Snoopathon to enhance systematic thinking and innovative thinking**. *International Journal of Information and Education Technology*, 2024, vol. 14, no. 7, pp. 1016-1022. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.7.2129>.

- 8 Mishra P., Koehler M.J. **Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge.** *Teachers college record*, 2006, vol. 108, no. 6, pp. 1017-1054.
- 9 OECD, **Building Future-Ready Vocational Education and Training Systems, OECD Reviews of Vocational Education and Training.** OECD Publishing, Paris, 2023. <https://doi.org/10.1787/28551a79-en>.
- 10 Chandrashekhara A. et al. (eds.). **Metaverse and Immersive Technologies: An Introduction to Industrial, Business and Social Applications.** John Wiley & Sons, 2023, 472 p. <https://doi.org/10.1002/9781394177165>.
- 11 Liu Z. et al. **Immersive technologies-driven building information modeling (BIM) in the context of metaverse.** *Buildings*, 2023, vol. 13, no. 6, pp. 1559. <https://doi.org/10.3390/buildings13061559>.
- 12 Murala D.K. **METAEDUCATION: State-of-the-Art Methodology for Empowering Feature Education.** *IEEE Access*, 2024, vol. 12, pp. 166459-166459. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3487030>.
- 13 Kovaleva A.G., Ushakova A.D., Gubina D.I. **Cross-cutting digital technologies in teaching the description of infographics in a foreign language to students of educational programs in the field of computer sciences.** AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023, vol. 2812, no. 1, art. 020061. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0161325>.
- 14 Vaganova O.I. et al. **Cross-cutting technologies in education.** *Amazonia Investiga*, 2021, vol. 10, iss. 47, pp. 27-34. <https://doi.org/10.34069/AI/2021.47.11.3>.
- 15 Marzo-Navarro M., Berné-Manero C. **Analysing cross-cutting competencies learning in an online entrepreneurship context.** *Education and Information Technologies*, 2023, vol. 28, no. 5, pp. 5551-5565. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11359-z>.
- 16 Moore T.J. et al. **Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education.** *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices.* Purdue University Press, 2014, pp. 35-60.
- 17 Dym C.L. et al. **Engineering design thinking, teaching, and learning.** *Journal of engineering education*, 2005, vol. 94, iss. 1, pp. 103-120. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>.
- 18 Wind S.A. et al. **Exploring student understanding of the engineering design process using distractor analysis.** *International Journal of STEM Education*, 2019, vol. 6. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0156-x>.
- 19 Atman C.J. et al. **Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners.** *Journal of engineering education*, 2007, vol. 96, iss. 4, pp. 359-379. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x>.
- 20 Hynes M.M. **Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: A look at subject matter and pedagogical content knowledge.** *International journal of technology and design education*, 2012, vol. 22, no. 3, pp. 345-360.
- 21 Kelley T.R., Knowles J.G. **A conceptual framework for integrated STEM education.** *International Journal of STEM education*, 2016, vol. 3, art. 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>.
- 22 Castedo R. et al. **Innovations for Laboratory Sessions in Engineering: Pre-lab H5P Videos and Reporting Results Through ad hoc Applications.** In: *Innovation and Technologies for the Digital Transformation of Education. Lecture Notes in Educational Technology.* Springer, Singapore, 2024, pp. 53-63. https://doi.org/10.1007/978-981-97-2468-0_6.
- 23 Ozkizilcik M., Cebesoy U.B. **The influence of an engineering design-based STEM course on pre-service science teachers' understanding of STEM disciplines and engineering design process.** *International Journal of Technology and Design Education*, 2024, vol. 34, pp. 727-758. <https://doi.org/10.1007/s10798-023-09837-7>.
- 24 Berisha F., Vula E. **Developing Pre-service Teachers Conceptualization of STEM and STEM Pedagogical Practices.** *Frontiers in Education*, 2021, vol. 6, art. 585075. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.585075>.
- 25 Shumejko T.S. **Retrospektiva i sovremennaya metodologiya tehničeskogo obrazovaniya: ot politehnicheskogo do STEM-obrazovaniya** [Retrospective and modern methodology of technical education: from polytechnic to STEM-education]. *3i: Intellect, Idea, Innovation. Seriya: Pedagogicheskie nauki*, 2025, vol. 2, no. 3, pp. 275-289. <https://doi.org/10.52269/KGTD2532275>. (In Russian)
- 26 Bragina T.M. **Praktičeskoe primeneniye STEM-tehnologii na zanyatiyah estestvennonauchnogo napravleniya v vysshej shkole** [Practical application of STEM technology in natural science classes in higher education]. *3i: Intellect, Idea, Innovation. Seriya: Pedagogicheskie nauki*, 2024, no. 4, pp. 194-199. https://doi.org/10.52269/22266070_2024_4_194. (In Russian)
- 27 Muhamedieva K.M., Nurgazinova G.Sh. **Razvitiye inzhenernogo my'shleniya studentov v STEM: Primer integrirovannogo STEM-proekta** [Developing students' engineering thinking in STEM: an example of an integrated STEM project]. *Izvestiya KazUMOiMYa imeni Abylaj hana», seriya «Pedagogicheskie nauki»*, 2025, vol. 78, no. 3, pp. 263-281. <https://doi.org/10.48371/PEDS.2025.78.3.017>. (In Russian)
- 28 Sherif A. **Employment in the IT industry-Statistics & facts.** *Statista*, 2024. Available at: <https://www.statista.com/topics/5275/employment-in-the-it-industry/> (accessed 19.04.2025).
- 29 Sherif A. **Tech organizations experiencing skills shortage worldwide 2015-2023.** *Statista*; 2025. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1269776/worldwide-organizations-talent-shortage-skills-tech/> (accessed 15 January 2026).

Сведения об авторах:

Мухамедиева Кымбатша Мауленовна – PhD, ассоциированный профессор высшей школы естествознания, Марғұлан Университет, Республика Казахстан, 140000 г. Павлодар, ул. Олжабай батыра 60, тел.: 87015319267, e-mail: kymbatsha@mail.ru.

Нургазинова Гульбаршын Шарapidеновна* – магистр информатики, преподаватель-эксперт высшей школы естествознания, Марғұлан Университет, Республика Казахстан, 140000 г. Павлодар, ул. Олжабай батыра 60, тел.: 87055797800, e-mail: nurgasinova@gmail.com.

Мухамедиева Кымбатша Мауленовна – PhD, жаратылыстану жоғары мектебінің қауымдастырылған профессоры, Марғұлан университеті, Қазақстан Республикасы, 140000 Павлодар қ., Олжабай батыр көш. 60, тел.: 87015319267; e-mail: kymbatsha@mail.ru.

Нургазинова Гульбаршын Шарapidеновна* – информатика магистрі, жаратылыстану жоғары мектебінің оқытушы-сарапшысы, Марғұлан университеті, Қазақстан Республикасы, 140000 Павлодар қ., Олжабай батыр көш. 60, тел.: 87055797800; e-mail: nurgasinova@gmail.com.

Mukhamediyeva Kymbatsha Maulenovna – PhD, Associate Professor, Higher School of Natural Sciences, Margulan University, Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, 60 Olzhabay batyr Str., tel.: 87015319267, e-mail: kymbatsha@mail.ru.

Nurgazinova Gulbarshyn Sharapidenovna* – Master of Computer Science, Lecturer-Expert, Higher School of Natural Sciences, Margulan University, Republic of Kazakhstan, 140000, Pavlodar, 60 Olzhabay batyr Str., tel.: 87055797800, e-mail: nurgasinova@gmail.com.

МРНТИ 14.25.07

УДК 372.851

<https://doi.org/10.52269/SRDG2612215>

**О СВЯЗИ МЕЖДУ СОДЕРЖАТЕЛЬНЫМИ ЗНАНИЯМИ УЧИТЕЛЯ
И КАЧЕСТВОМ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ**

Мырзабеков Т.М.* – магистр педагогических наук, старший преподаватель кафедры математики, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Шымкент, Республика Казахстан.

Алтынбеков Ш.Е. – PhD, заведующий кафедрой математики, Южно-Казахстанский университет имени М. Ауезова, г. Шымкент, Республика Казахстан.

В данном исследовании, выполненном с применением смешанных методов, анализировалась взаимосвязь между когнитивными типами знаний учителей по математике и учебной успеваемостью их учеников в средней школе (5–6 классы). В пилотном исследовании приняли участие 15 учителей общеобразовательных школ города Шымкент, которые заполнили анкету, включающую задания, направленные на оценку различных уровней содержания знаний. Первый тип (Т1) проверял владение базовыми фактами и процедурами (процессуальные знания). Второй тип (Т2) оценивал глубину понимания математических понятий (концептуальные знания) и взаимосвязей. Третий тип (Т3) – математическое моделирование и обобщения. Анализ данных проводился в два этапа. На первом этапе исследовались связи между каждым из когнитивных типов знаний и общим баллом СОР, СОЧ учеников. Полученные данные показали статистически значимую корреляцию между когнитивными типами Т1 и Т2 и учебной успеваемостью учащихся ($p < 0,06$). Наиболее значимым результатом стала положительная корреляция между суммарным баллом по тестированию учителей (ТСКС) и успеваемостью учеников (коэффициент Пирсона $r = 0,3103$, $p = 0,0065 < 0,01$). Это подтверждает важную роль содержания знаний учителя в формировании учебных достижений учащихся средней школы. Для более глубокого понимания количественных результатов был проведён качественный этап исследования, включавший структурированные интервью с двумя преподавателями, участвовавшими в заключительном опросе и тестировании их учеников.

Ключевые слова: процессуальные знания, концептуальные знания, средняя школа, успеваемость, математика.

**МҰҒАЛІМНІҢ МАЗМҰНДЫ БІЛІМІ МЕН ОҚУШЫЛАРДЫҢ
БІЛІМ САПАСЫ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС ТУРАЛЫ**

Мырзабеков Т.М.* – педагогика ғылымдарының магистрі, математика кафедрасының аға оқытушысы, М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы.

Алтынбеков Ш.Е. – PhD, математика кафедрасының меңгерушісі, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан Университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы.