

Формирование инженерного мышления школьников средствами 3D-моделирования в контексте реализации технологий STEAM-образования

Т. А. Семенкова, А. Ю. Федосов

Аннотация— В статье раскрывается актуальность развития инженерного мышления у школьников в условиях цифровой экономики и технологического прогресса. Подчеркивается, что способность к инженерному мышлению, включающая систематический подход к решению задач, аналитическое мышление и творческий подход к разработке новых решений, является необходимой для успешного освоения и применения знаний в сложных областях. Авторы обращают внимание на междисциплинарную природу данного процесса, требующего сочетания различных образовательных подходов и интеграции практико-ориентированных методик.

Ключевые компоненты развития инженерного мышления, такие как практическое применение знаний, работа в команде, исследовательский подход и проектная деятельность, ориентированная на реальные проблемы, выделены в статье как основные условия успешного формирования навыков. Обосновано, что методика 3D-моделирования целесообразно строить на разнообразных образовательных методах, включая интерактивные и дистанционные технологии, которые расширяют возможности для углубленного освоения учебного материала. Особое внимание уделено активному обучению в рамках STEAM-подхода, который сочетает научные и художественные элементы, мотивируя учащихся к исследованию и креативному решению практических задач. Авторы подчеркивают, что STEAM-образование не только предоставляет учащимся знания, но и развивает практические навыки, необходимые для применения инновационных технологий при решении комплексных задач. В статье обоснована перспективность методики обучения 3D-моделированию как эффективного средства для формирования инженерного мышления у школьников, обучающихся в профильных классах, и подготовки их к требованиям современного рынка труда.

В статье подчеркивается важность использования технологий виртуальной и дополненной реальности как перспективного направления для повышения уровня

инженерного мышления школьников. Интеграция этих технологий позволяет обучающимся не только визуализировать сложные концепции, но и активно участвовать в моделировании, что способствует формированию также критического и аналитического мышления.

Ключевые слова— инженерное мышление, компьютерное моделирование, 3D-моделирование, STEAM-образование, компьютерная графика, электронное обучение.

I. ВВЕДЕНИЕ

Современные мировые тренды в образовании подчеркивают значимость междисциплинарных подходов, способствующих развитию инженерного мышления у школьников. Сегодня ведущие образовательные системы внедряют технологии виртуальной и дополненной реальности, искусственного интеллекта и 3D-печати, которые позволяют учащимся интегрировать полученные знания в межпредметном контексте и решать практические задачи, приближенные к реальным инженерным вызовам. В рамках концепции STEAM (наука, технологии, инженерия, искусство и математика) обучение направлено на развитие как технических, так и творческих навыков, что способствует созданию инновационных решений и подготовке школьников к требованиям цифровой экономики. Одним из ключевых подходов к обучению инженерному мышлению является STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) — междисциплинарная методика, которая объединяет науку, технологии, инженерию, искусство и математику. Интеграция STEAM в учебный процесс позволяет учащимся развивать как технические, так и творческие навыки, ориентируясь на реальные задачи и проекты. Данный подход направлен на то, чтобы учащиеся осваивали учебный материал в контексте практических задач, стимулируя интерес к науке и технике [1].

В российской системе образования широкое внедрение таких подходов требует создания условий для подготовки педагогов и модернизации учебных планов. Программное обеспечение для 3D-моделирования и другие цифровые инструменты позволяют не только осваивать инженерные навыки, но и развивать критическое мышление и креативность.

Статья получена 20.10.2024.

Т.А. Семенкова, Российский государственный социальный университет, аспирант кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества; (e-mail: tasemenkova@bk.ru)

А.Ю. Федосов, доктор педагогических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, профессор кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий информационного общества; (e-mail: alex_fedosov@mail.ru).

Статья подготовлена по итогам выступления на Международной объединённой конференции «Интернет и современное общество» (IMS-2024).

В условиях разрабатываемой цифровой трансформации образования активизируется поиск новых образовательных решений, направленных на решение задачи становления различных компонентов инженерной культуры школьника. Существенно обновляются методы, средства, формы обучения и воспитания с опорой на цифровые решения, порождая новые образовательные технологии. Тенденции развития учебных дисциплин, непосредственно связанных с развитием инженерной культуры школьника и формирующих ключевые компетенции выпускников для успешной профессиональной подготовки в соответствующей области знаний (технология, информатика, математика, физика, химия и др.) предполагают пересмотр содержания обучения, а также разработку новых педагогических технологий [2]. Потребности отрасли информационных технологий сегодня во многом определяют социальный заказ системе образования на кадровое обеспечение науки и производства [2].

Таким образом развитие инженерного мышления у обучающихся является актуальной педагогической задачей в эпоху активного развития цифровых технологий, среди которых одной из наиболее значимых является технология трёхмерного моделирования (3D-моделирование). Освоение навыка 3D-моделирования как профессионального навыка опирается на работу со специализированным программным обеспечением, в результате освоения которого на уроках информатики и технологии можно успешно решать задачи развития аналитических способностей, формирования умения комплексно решать задачи, развития воображения, способности к критическому мышлению и креативности. Необходимым условием успешного решения задачи развития инженерного мышления обучающихся является построение методически обоснованной программы обучения и выбор программного обеспечения, которые помогут учащимся всесторонне овладеть профессиональными навыками в области трёхмерного моделирования.

Инженерный вектор в модернизации российского образования сегодня отвечает национальным приоритетам нашей страны, что находит отражение в различных государственных проектах, в частности в проекте «Цифровая экономика», целью которых выступает приоритетное развитие инженерных решений и технологий. Можно говорить о том, что формирование основ инженерного мышления становится неотъемлемым компонентом базовой подготовки школьника в области информационных и коммуникационных технологий. Программное обеспечение для автоматизированного проектирования используется уже не только инженерами, но и архитекторами, дизайнерами и другими профессионалами, кому требуется работать с техническими чертежами и эскизами.

Очень важно обеспечить и так называемый «бесшовный» переход подготовленных школьников в технические вузы, а затем и в профессию. Именно эта цель преследовалась при создании в школах классов

инженерного профиля.

Анализ существующих методических подходов к обучению 3D-моделированию и прототипированию в общеобразовательной школе при изучении технологии и информатики показывает, что существует необходимость в определении новых методических решений на основе межпредметности и преемственности в изучении предметов с целью формирования и развития у учащихся навыков 3D-моделирования как элемента предпрофильной инженерной подготовки.

Таким образом, можно сформулировать ряд противоречий современного этапа теории и практики развития инженерного мышления школьников:

- между требованиями современного общества к формированию личности с развитым инженерным мышлением и пространственным воображением, и недостаточным уровнем их развития у обучающихся старшей школы;
- между необходимостью оптимизации организационно-педагогических условий развития инженерного мышления у обучающихся и недостаточной разработанностью научно-методического обеспечения механизмов реализации данного процесса;
- между необходимостью развития инженерного мышления у обучающихся 10-11 классов и недостаточным использованием для этого возможностей 3D-моделирования.

На основании обнаруженных противоречий определена проблема исследования, которая заключается в необходимости разработки методики развития основ инженерного мышления учащихся старшей школы средствами предмета «Информатика» при освоении ряда перспективных информационных технологий, в частности трёхмерного компьютерного моделирования и прототипирования.

II. ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ КАК КЛЮЧЕВОЙ КОМПОНЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Современные вызовы, стоящие перед образовательной системой, требуют от школьников не только усвоения знаний, но и развития навыков, необходимых для успешной адаптации в быстро меняющемся мире технологий. В этом контексте понятие «инженерное мышление» становится ключевым для формирования компетенций, которые позволят учащимся эффективно решать сложные задачи и внедрять инновации в различных сферах. Инженерное мышление представляет собой интеграцию технических, творческих и аналитических подходов, что позволяет школьникам не только усваивать материал, но и применять его на практике, ориентируясь на реальные жизненные ситуации. В отечественной педагогической науке не так много работ, которые посвящены формированию и развитию инженерного мышления школьников. Рассмотрим основные подходы к решению задачи развития инженерного мышления в трудах отечественных исследователей. Прежде всего стоит выделить работы Т. Н. Лебедевой и сформулированное ей определение инженерного мышления: «системное

техническое мышление, совмещающее креативность и разнообразные мыслительные подходы, что стимулирует инновационный подход и решение сложных задач» [3, с. 68].

Как отмечают М. Е. Чукулаева и Н. В. Сидорова, инженерное мышление включает в себя целый ряд аспектов, в том числе технический, конструктивный (целостное восприятие объекта), экономический (учитывает экономическую специфику объекта), исследовательский (анализ ситуации, выдвижение гипотез и их проверка), творческий (допускает применение нестандартных методов) и т.д. [4].

Л. М. Андриухина и ее коллеги выдвинули несколько важных тезисов. Во-первых, авторы отмечают, что изначально «инженерное мышление» исключительно связывалось с техническими науками. Однако в последние 10–15 лет это понятие переросло свои традиционные границы – развитие информационных и нанотехнологий, а также связь различных научных дисциплин с каждым годом усложняют и переплетают инженерную деятельность с социальными, экономическими и экологическими процессами [5]. Во-вторых, нормативно-регулятивные и ценностно-целевые структуры инженерного мышления приобретают всё большее значение, обуславливая эффективное принятие решений в динамичной и технологически насыщенной среде [5]. Инженерия занимается решением проблем и улучшением жизни людей – этот этический посыл так же важен для использования его в образовательном процессе и педагогической деятельности.

Современные исследования также подчеркивают важность гибкости мышления и способности к адаптации в условиях быстроменяющегося мира технологий. О. Н. Филатова, О. Ю. Рябков, Е. Л. Ермолаева указывают, что в условиях стремительной цифровизации, требуются специалисты, способные адаптироваться к развивающемуся рынку и создавать высокотехнологичные продукты. Инженерное мышление у подрастающего поколения играет ключевую роль в этом контексте, формируя опережающие навыки и способствуя правильному суждению в нестандартных ситуациях [6].

Т. М. Лукашенко полагает, что инженерное мышление объединяет разнообразные типы, включая логическое, образно-интуитивное и научное. Логическое мышление предоставляет четкие и конкретные понятия, образно-интуитивное организует обработку информации без рационального вмешательства, а научное мышление опирается на опыт и наблюдение. Инженерное мышление, согласно которому не существует одного идеального решения и что ответы создадут проблемы (из-за взаимосвязанности), требует понимания культуры, образа жизни и перспектив. Теоретическое и практическое мышление являются основными элементами инженерного мышления, позволяя решать задачи методом практической деятельности на основе теоретических знаний [7].

В последние годы акцент смещается на интеграцию технологий в образовательный процесс, включая

использование виртуальной и дополненной реальности для улучшения понимания сложных концепций. В зарубежных источниках подчеркивается, что потребность в инновациях в науке и технологиях определяет потребность в инженерных кадрах, способных интегрировать знания из различных отраслей. Образовательная среда имеет все возможности для того, чтобы в полной мере ответить на вызовы будущего. Один из вариантов — обучение с использованием 3D-технологий [8]. Современная цифровая экономика базируется на синтезе традиционного материального производства и цифровых технологий, что приводит к широкому применению моделей искусственного интеллекта и развитию Интернета вещей, [8]. Это позволяет создавать интерактивные образовательные ресурсы, которые могут улучшить восприятие учащимися инженерных концепций и решений. В этом контексте Р.Э. Патерсон прогнозирует, что «умные продукты» и интеллектуальные компьютеризированные устройства (роботы) станут нормой, обеспечивая взаимодействие в автоматизированных производственных процессах [8]. Процесс цифровой трансформации производственного сектора интенсивно развивается, однако внедрение технологических инноваций может столкнуться с трудностями из-за недостаточной подготовки специалистов в области инженерного мышления. Это требует изменений в организации цифровой образовательной среды для развития инженерного мышления у будущих профессионалов и интеграцию новых технических средств в реальные проекты, продвижение в науку и промышленность [9].

Инженерное мышление в условиях Индустрии 4.0 рассматривается как специфическая форма активного отражения морфологических и функциональных связей предметных структур практики, направленная на удовлетворение технических потребностей через знания, методы и приемы. Эта форма мышления также включает в себя осознание социальных и этических аспектов применения технологий, что является необходимым для формирования ответственных инженеров будущего. Инженерное мышление направлено на достижение качественного результата в технической деятельности и включает в себя активное отражение морфологических и функциональных связей предметных структур, удовлетворение технических потребностей в знаниях и методах для создания технических средств и технологий. Это способность принимать решения, выходящие за рамки существующих алгоритмов и технологий, умение критически оценивать традиционные методы, проявлять креативность и культуру исследования [9].

Мы можем рассматривать инженерное мышление, как совокупность жестких (технических знаний, теории и профессиональных навыков) и мягких навыков (межличностного общения и внутриличностных качеств или отношений) [10]. Метод обучения или дидактика обучения мягким навыкам отличается от дидактики жестких навыков. На развитие мягких навыков могут влиять внешние условия, но, тем не менее, это личные

усилия и требуют подхода, ориентированного на обучающегося.

В контексте междисциплинарного подхода в процессе формирования инженерного мышления у обучающихся, знания – это факты, концепции, идеи и теории, ранее признанные, подкрепленные и осмысленные определенной областью или предметом. Навыки – это способность выполнять процедуры и использовать имеющиеся знания для достижения желаемых результатов. Наконец, умения характеризуют склонность и образ мышления действовать или реагировать на идеи, людей или обстоятельства [11].

Инженерное мышление направлено на решение конкретных или реальных задач, с которыми сталкиваются ученики. Особенно актуально применение проектного метода обучения, который позволяет учащимся решать реальные задачи в команде, развивая навыки совместной работы и критического мышления. Именно такой прикладной характер позволяет говорить о междисциплинарном характере данного явления, поскольку конкретно-прикладные проблемы не ограничены одной предметной областью, в жизни эффективное и качественное выполнение задач стирает различия и границы между дисциплинами. Инженеры используют критическое мышление (чтобы определять проблемы и оценивать решения), креативность (чтобы рассматривать новые и многочисленные варианты) и сотрудничество (чтобы использовать и синтезировать навыки и знания экспертов из самого разного опыта). Соответственно, когда мы формируем понятие инженерного мышления, независимо от междисциплинарного подхода, эти навыки должны быть частью обучения во всех классах [12].

Критическая позиция, работа в команде, инициатива, коммуникация, межкультурные отношения, креативность, аналитические навыки, решение проблем и дипломатия являются примерами ключевых компетенций, которые можно приобрести в процессе обучения. Подобные компетенции востребованы в обществе, которое сталкивается с цифровой трансформацией, поэтому критическое мышление и инновационный подход ценятся все больше и больше [13].

Таким образом, важно формировать у обучающихся способность к гибкому мышлению и адаптации к новым условиям, что особенно актуально в условиях быстро меняющегося технологического мира. Отметим, что благодаря существенному количеству информации и связям, доступным через Интернет, современные учащиеся должны иметь возможность критически оценивать, какие факты заслуживают доверия, тем самым в процессе педагогической деятельности формируется культура информационной безопасности. «Инженеры» – это критически мыслящие люди, которые выявляют проблемы и сопоставляют ограничения и критерии, которые определяют пространство их проектирования. Они стараются знать и понимать потребности конечного пользователя. Инженеры сотрудничают в группах, чтобы творчески генерировать и исследовать потенциальные варианты, умело переходя

от дивергентного мышления к конвергентным мыслительным процессам, необходимым для создания прототипа возможного решения. Они оптимизируют решения для увеличения успешности с минимальными негативными последствиями и должны взаимодействовать с членами команды и внешними факторами, чтобы разрабатывать и внедрять новые решения и технологии. Используя методы и подходы инженерного проектирования в классе, формируя инженерное мышление, педагог может обеспечить прочную, хорошо развитую основу для моделирования и отработки всех ключевых навыков XXI века.

Формирование инженерного мышления – это длительный процесс, поскольку каждая задача, поставленная для решения, уникальна и поиск решения может занимать достаточно много времени, к тому же решение для одного случая может не подойти для похожего.

На всех уровнях обучения стандарты образования направлены на проектный метод обучения. Метод проекта подразумевает решение проблемы, выстраивается проблемный метод с критериями, разработку множества возможных решений, а также создание прототипов для оптимизации решения. По мере того, как учащиеся будут взрослеть, они будут сталкиваться с повышением и уровня показателей, а именно ученики столкнутся с более тщательным и подробным изучением критериев и факторов, которые на них влияют, более тщательным рассмотрением вариантов решения, синтезом идей и характеристик, обнаруженных в различных вариантах и решениях, более широким использованием системного мышления.

Так, например, обучающимся начальной школы могут приходиться в голову самые фантастические идеи, но им трудно найти среди них закономерности и фактически остановиться на одной [14]. В средней школе ученики могут создавать конкретные прототипы, на основе готовых инженерных решений. Они могут также синтезировать части идей, например, комбинируя выбор материалов из одной идеи, дизайн из другой идеи, а размер из третьей, поскольку синтез является важной частью инноваций [15]. Учащиеся старших классов могут уже самостоятельно разрабатывать проекты, создавать прототипы, анализировать проекты. Этот анализ должен быть сложным, зависеть от направленности проекта, что позволяет мотивировать учащихся на самостоятельную работу и подготовить обучающихся старших классов уже к обучению в вузах.

Инженерное мышление подразумевает способность к систематическому решению задач, анализу данных и критическому мышлению. Оно требует от учащихся умения интегрировать знания из различных дисциплин и применять их для создания новых решений. В STEAM-подходе инженерное мышление рассматривается как процесс, в котором задействованы знания из разных предметных областей. Решение таких задач развивает у учащихся целостное восприятие учебного материала и формирует междисциплинарные компетенции.

В заключение, формирование инженерного

мышления в системе среднего общего образования требует комплексного подхода, учитывающего как предметные, так и междисциплинарные связи. Важнейшими аспектами являются активные методы обучения, такие как STEAM-образование, которое интегрирует науки, технологии, инженерные дисциплины, искусство и математику, создавая тем самым условия для творческого и критического мышления обучающихся. Не менее значимой является подготовка педагогов, способных реализовывать эти подходы, а также использование современных технологий, таких как 3D-моделирование, что позволяет ученикам не только осваивать теоретические знания, но и применять их на практике.

Таким образом, успешная реализация методических аспектов развития инженерного мышления требует взаимодействия различных образовательных дисциплин, внедрения современных технологий и активного участия учащихся в учебном процессе. Это создает основу для формирования у них необходимых компетенций и навыков, способствующих успешной адаптации в будущей профессиональной деятельности.

III. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Современные вызовы в области образования требуют переосмысления традиционных методик обучения, особенно в контексте формирования инженерного мышления у учащихся. Инженерное мышление является важным компонентом для успешной деятельности в условиях стремительно развивающейся экономики и технологий. В этом разделе мы рассмотрим методические подходы к развитию инженерного мышления в образовательном процессе, а также проанализируем роль различных дисциплин, таких как математика, физика и гуманитарные науки, в этой сфере.

Анализируя проблему развития инженерного мышления в системе среднего общего образования, ряд ученых предлагают чаще всего решения из близкой им предметной области. С. В. Зенкина, О. М. Корчажкина, М. Ю. Сизова, М. Р. Шабалина, акцентируют внимание на изучении математики, поскольку она развивает способности к анализу, генерации идей, а также к выбору оптимальных решений поставленных задач [16, 17, 18, 19]. Другие исследователи полагают, что в основе формирования основ инженерного мышления должна лежать физика, поскольку она формирует умения моделировать явления, анализировать условия, оценивать и корректировать действия, а также соотносить модели с реальностью [20]. Прикладной характер занятий может быть реализован в робототехнике, тем самым превращая теорию в увлекательную для школьников практику [21].

В последнее время преподаватели гуманитарных дисциплин также указывают на значимость ряда соответствующих дисциплин в формировании инженерного мышления обучающихся. Так, например, О.Н. Хан доказывает, что изучение языковых дисциплин

способствует систематизации компонентов инженерного мышления на основе развития речевой компетентности и понимания языковых закономерностей [21]. О. В. Князева утверждает, что история развития науки и технологий, их влияния на общество помогает школьникам видеть непрерывную цепочку технического прогресса и формирует у них инженерное мышление. Это позволяет понимать сущность и значение исторических процессов в широком контексте и развивает критическое мышление [22].

Но несмотря на дисциплинарную принадлежность, преимущественной точкой зрения в отечественной методической литературе является тезис о том, что в основе формирования инженерного мышления обучающихся должен лежать деятельностный подход в обучении. Методология деятельностного подхода, целью которого является развитие технических и сквозных навыков в ориентированной на учащихся среде, основано на сотрудничестве педагогов и обучающихся, — это учебная деятельность, вовлекающая учащихся в выполнение действий и размышление о том, что они делают. Методологию деятельностного подхода мы видим уже у Л. С. Выготского, который защищал теорию социального конструктивизма, основная идея которой заключается в том, что понятия и построение значений изучаются учащимися совместно [23]. Для учителей эта методология означает отказ от традиционных методов обучения в пользу непредвзятости и поощрения командной работы. Этот навык важен как для учителей, так и для учащихся [18].

Характерными чертами активного обучения являются актуальность и прикладной характер, решение проблем реального мира, применение предшествующих знаний или опыта для решения новых проблем, междисциплинарный подход, самостоятельная работа обучающихся [23].

Одним из перспективных видов активного обучения можно считать «STEAM-образование». Изначально термин «STEM» ассоциировался с областями науки, технологий, инженерного и математического образования. Однако позже исследователи педагогической деятельности призвали к расширению понятия, включив в него искусство – и таким образом родился термин STEAM (Science Technology Engineering Art and Mathematics). Исследователи исходили из идеи, что искусство, в той или иной своей форме, всегда сосуществовало с техническими и естественными науками (например, в виде рисунков, чертежей и диаграмм), и его игнорирование только обеднит образовательные технологии.

В самом широком смысле мы можем рассматривать STEAM как совокупность двух подходов – научного исследования и инженерного проектирования, которое по своей сути является творческой деятельностью обучающихся. Эффективность STEAM-образования заключается в его способности привлекать и вовлекать школьников во внеклассные курсы, которые используют элементы учебного дизайна таким образом, чтобы они

могли связать содержание с реальным контекстом. STEAM-образование усиливает процесс формирования инженерного мышления, позволяя школьникам интегрировать знания из науки, технологий, инженерии, искусства и математики. При этом учащиеся учатся решать реальные задачи, требующие применения различных дисциплин, что стимулирует их креативность, командную работу и исследовательскую деятельность. Например, использование виртуальной и дополненной реальности в рамках STEAM позволяет учащимся визуализировать сложные инженерные концепции, углубляя понимание механизмов и принципов работы технических объектов.

Ключевые элементы STEAM, такие как проектная работа и исследовательские задачи, позволяют учащимся разрабатывать собственные проекты и модели, что способствует более глубокому пониманию инженерных концепций. Совмещение творческих и технических задач делает учебный процесс более динамичным, мотивируя учащихся применять знания на практике и развивать навыки решения проблем [24].

Эта взаимосвязь концепций, технологий и учебных теорий приводит к получению всеобъемлющих знаний, которые лучше всего можно охарактеризовать как функциональную грамотность. Более того, учащиеся, осваивающие курсы STEAM, будут достаточно способны и уверены в себе, чтобы устанавливать связи между каждым из этих элементов, тем самым позволяя им интеллектуально развиваться в рамках выбранной профессии посредством наблюдения, критического мышления и действий по мере необходимости. Новый аспект функциональной грамотности в STEAM – это не просто знания, полученные по отдельному предмету, а, скорее, способность творчески использовать их в постоянно меняющейся экономической или социальной среде [25, 26].

Внедрение STEAM в образовательный процесс связано с повышением цифровой грамотности обучающихся. Специалисты утверждают, что с начала 2010-х годов мир находится в эпохе четвертой промышленной революции, которую отличает синтез технологий и межотраслевого взаимодействия во всех сферах общественной жизни. При этом скорость таких изменений очень велика, что требует от общества гибкости и адаптации к новой реальности, с учетом не только технологических, но и социокультурных изменений. Именно STEAM-образование позволяет овладевать новыми технологиями, такими как искусственный интеллект, робототехника, нанотехнологии, 3D-печать, биотехнологии и Интернет вещей. Именно STEAM-образование предлагает множество возможностей для творческой разработки ответов на реальные проблемы.

В целом мы можем выделить 4 основных сценария STEAM-образования. Во-первых, это разработка мероприятий для вовлечения и мотивации учащихся в процесс активного обучения. Суть этой практики заключается в разработке стратегий, которые помогут учащимся взять на себя больше ответственности за свое обучение, сделав занятия более ориентированными на

учащихся. Эти виды деятельности варьируются от демонстрации интересных научных явлений, придания научного содержания актуального для личной жизни учащихся, распространения обучения на внеклассную сферу и соединения науки с другими интересными академическими дисциплинами или даже с развлечениями. Во-вторых, использование сценарной организации контента. Подходы, основанные на сценариях, относятся к широкому спектру учебных практик, которые организуют учебные материалы на более длительный период времени вокруг одного или нескольких сценариев. Эти практики часто называют обучением, основанным на проблемах, проектах, конкретных случаях, исследованиях или проблемах. Это позволяет учащимся применять свои знания в контексте реальных задач и развивать инженерное мышление.

В-третьих, организация учащихся в совместной работе. Совместная работа может происходить во многих формах, в том числе в рамках курса или нескольких курсов, во время занятий или после них, а также посредством личного или виртуального взаимодействия. Это сотрудничество между учениками способствует обмену идеями и развитию критического мышления, что важно для формирования инженерного мышления.

В-четвертых, это проведение исследований – вовлечение в научно-исследовательскую деятельность либо в существующей лаборатории, либо под руководством преподавателя. Этот аспект способствует формированию у учащихся навыков научного поиска, анализа данных и критической оценки результатов.

Несомненно, использование этого метода обучения требует особой подготовки самого педагога. Как отмечают Т. И. Анисимова, Ф. М. Сабинова, О. В. Шатунова педагог должен обладать не только профессиональными навыками в области обучения и воспитания, но и способностью генерировать новые идеи, реализовывать их в проектах, проводить научные исследования. Инновационный подход в подготовке педагогов для STEAM-образования на уровне магистратуры может быть успешно реализован через модули, объединяющие дисциплины и практики по каждому блоку STEAM. Этот подход позволит получить специалистов, способных не только применять существующие методики обучения, но и вносить свой вклад в развитие образования и инноваций в сфере обучения [27, 28].

Анализируя образовательный процесс в целом, обратимся к определенным предметам, в курс которых включено изучение 3D-моделирования.

В соответствии с Федеральной рабочей программой основного общего образования по предмету «Технология» для 5-9 классов в содержание образования включены основные теоретические и практические аспекты 3D-моделирования. Курс предоставляет учащимся возможность ознакомиться с принципами 3D-моделирования, макетирования и прототипирования. При наличии необходимой технической базы учебного заведения, учащиеся могут изучить создание трёхмерных моделей, освоить работу с

программным обеспечением САПР и ознакомиться с применением 3D-моделей в различных областях производства и управления.

В современной общеобразовательной школе изучение основ 3D-моделирования и прототипирования также включено в курс информатики в старших классах. Это позволяет учащимся не только освоить новые навыки, но и углубить знания, полученные в предыдущих учебных программах. Такой подход помогает им сознательно выбирать направление дальнейшего обучения, саморазвития, творчества и профессионального роста. Гарантирование беспрепятственного перехода подготовленных школьников в технические вузы и успешной адаптации в профессии является ключевой задачей, которую ставит перед собой создание классов инженерного профиля в школах. Особое внимание уделяется выбору среды для овладения основами трёхмерной графики на уроках информатики углубленного уровня.

При выборе 3D-редакторов для школьного курса информатики следует учитывать следующие критерии: уровень знаний обучающихся, возрастные особенности (адаптированный интерфейс, язык, наличие учебных материалов), технические характеристики (системные требования, платформа) и ориентация на применение навыков в профессиональной сфере и материальную базу образовательного учреждения. Это обеспечит эффективное использование программного обеспечения, соответствующее уровню подготовки учащихся и способствующее их успешному обучению.

Рассмотрим сравнительный анализ систем автоматизированного проектирования Компас-3D v21 (учебная версия) и Blender, предложенный в УМК К. Ю. Полякова. Несмотря на ряд схожих характеристик, они имеют достаточно различий и особенностей (см. табл.1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика Blender и Компас 3D

	Blender	Компас-3D v21
Фирма-производитель	Американская компания Blender Foundation	Российская компания Аскон
Распространение	Бесплатное, открытое (лицензия не требуется).	Учебная лицензия позволяет учащимся и педагогам использовать версию, почти не отличающуюся от полной, бесплатно.
Функционал	Полный набор инструментов для моделирования, скульптинга, анимации, симуляции, рендеринга, постобработки.	Изначально САПР создавалась для профессиональных инженеров и проектировщиков, поэтому функционал отвечает всем их требованиям. Учебная версия по набору инструментов

		практически не отличается.
Удобство интерфейса	Среднее	Удобен даже для начинающих
Библиотеки ГОСТ	не имеется	имеется
Поддержка и язык	Есть версия на русском языке. Также существует активное сообщество пользователей, которое делится ресурсами, материалами, поддержкой.	Русский язык интерфейса. Поддержка осуществляется на нем же.

Особое внимание следует уделить тому факту, что ведущие технические вузы России, включая МИРЭА, МИТУ-МАСИ, МГТУ им. Н. Э. Баумана, МФТИ, РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, и ряд региональных университетов уже успешно интегрировали программное обеспечение Компас-3D в систему образования. Это свидетельствует о признании его эффективности и применимости в образовательном процессе.

Изучение курса 3D-моделирования в среде Компас-3D имеет несколько значимых аспектов. Овладение 3D-моделированием с помощью программы Компас-3D позволяет обрести необходимые навыки для работы в сферах инженерии, архитектуры, машиностроения и других технических областей. Приведем примеры изучения 3D-моделирования в среде Компас-3D в отечественной школе.

Опыт внедрения обучения компьютерной графике в системе Компас-3D в ГБОУ СОШ №503 г. Санкт-Петербурга для обучающихся, имеющими ограниченные возможности по здоровью, представляет собой интересную и значимую инициативу. Начиная с первого использования системы в учебном процессе школы 11 ноября 2022 года, учителя различных предметов – черчения, математики, информатики – проявили заинтересованность в этом инновационном подходе. Проведение мастер-классов и создание творческой группы по внедрению системы в школе свидетельствуют о серьезной работе по обучению учащихся компьютерной графике. Планирование обучающихся семинаров и определение направлений развития демонстрируют стремление школы к интеграции современных технологий в образовательный процесс.

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа № 44» имени народного учителя СССР Г. Д. Лавровой города Нижний Тагил активно использует систему автоматизированного проектирования Компас-3D в своей учебной деятельности. Начиная с 8 класса на уроках информатики в теме «Графические редакторы» обучающиеся знакомятся с этим программным

обеспечением. После освоения и выполнения задач по построению различных геометрических фигур, в учебной программе курса информатики интегрируются примеры заданий, которые учащиеся выполняют с помощью системы «Компас-3D» из курса геометрии. Например, в 9 классе ученики строят сечения многогранников, круги, трапеции и другие геометрические фигуры и тела вращения. В 10 классе обучение продолжается более сложными построениями, такими как объемные тела: тетраэдры, пирамиды, усеченные пирамиды и другие. Ученики получают возможность применять свои навыки и знания для решения более сложных задач [27].

На мастер-классе, проведенном педагогами ГОУ СОШ № 549 ЮАО г. Москвы Н.В. Тереховой, Т.И. Башлыковой, С.И. Хрусталевой, был продемонстрирован уникальный опыт интеграции предметов – графики, геометрии и информатики. В ходе мероприятия были представлены материалы интегрированных уроков. Одной из тем, которая была рассмотрена на мастер-классе, было построение параллелограмма по двум смежным сторонам и углу между ними. Это задание позволяет учащимся лучше понимать основы геометрии и работать над построением сложных геометрических фигур. Особое внимание на мастер-классе было уделено опыту использования системы «Компас-3D LT» в учебно-воспитательном процессе.

Во многих школах Московской области внедрение обучения 3D-моделированию реализуется за счет Центров образования «Точка роста» в систему дополнительного образования, реализуя образовательную программу с помощью «Компас-3D».

В заключение, можно сказать, что формирование инженерного мышления через использование 3D-моделирования в образовательном процессе является важной задачей, требующей комплексного подхода. Для эффективной реализации этой задачи необходимо использовать современные педагогические технологии, включая активные и интерактивные методы обучения, такие как STEAM-образование, которое соединяет различные дисциплины и обеспечивает целостное восприятие учебного материала. Внедрение STEAM-элементов в курс 3D-моделирования делает процесс обучения более интересным и развивающим. Учащиеся могут работать над реальными проектами, применяя знания из разных предметов для создания моделей и прототипов, что значительно углубляет понимание ими инженерных принципов.

Синергия дисциплин и применение 3D-моделирования могут значительно повысить уровень вовлеченности учащихся, развить их критическое мышление и творческие способности, а также подготовить их к профессиональной деятельности в быстро меняющемся мире технологий. Внедрение 3D-моделирования и его интеграция в учебный процесс не только способствует подготовке квалифицированных специалистов, но и формирует у учащихся устойчивые навыки, необходимые для успешной адаптации в современных условиях рынка труда.

IV. ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Развитие инженерного мышления у школьников становится актуальной задачей в условиях современного образования. Важным аспектом решения этой задачи является интеграция технологий 3D-моделирования в учебный процесс, что позволяет обучающимся не только осваивать теоретические основы, но и применять полученные знания на практике. В рамках курса информатики в старших классах, на основе учебника К. Ю. Полякова, вводится раздел «Трёхмерная графика», который включает 16 уроков, направленных на освоение ключевых инструментов и техник моделирования. При разработке методики обучения 3D-моделированию в рамках школьного курса информатики на основе применения вышеназванного программного обеспечения следует учитывать, что обучающиеся уже будут знакомы со свойствами интерфейса и основными принципами его работы из курса технологии, таким образом реализуется межпредметная связь при изучении 3D-моделирования в курсах информатики и технологии в общеобразовательной школе. На этой основе в ходе изучения дисциплин учащимся постепенно предлагаются все более сложные задания по выполнению различных проектов с целью расширить возможности по практическому применению приобретенных навыков и обеспечить более глубокое понимание 3D-моделирования. Учащиеся имеют возможность создания собственного проекта и на практике продемонстрировать уровень своих знаний и навыков. Педагогу следует формировать активную обратную связь по итогам реализации проектов.

Таблица 2. Методические задачи применения Компас-3D при реализации практических работ

№ урока	Тема урока в КТП Полякова К.Ю.	Компас-3D v21 (учебная версия)
1	Введение в 3D-графику. Проекция.	Актуализация знаний по теме 3D-графики и прототипирования.
2	Работа с объектами.	Теоретический разбор элементов сборного чертежа. Анализ документации.
3	Сеточные модели.	Практическая работа № 1 - Создание электронной модели, входящей в состав сборочной единицы «Корпус». «Элемент вращения», «Элемент выдавливания».
4	Сеточные модели.	Практическая работа № 2 - Создание электронной модели, входящей в состав сборочной единицы «Седло». «Элемент выдавливания».
5	Модификаторы.	Практическая работа № 3 - Создание электронной

		модели, входящей в состав сборочной единицы. «Вращение»
6	Контурь.	Практическая работа № 4 - Создание электронной модели, входящей в состав сборочной единицы. «Вращение»
7	Контурь.	Практическая работа № 5 - Создание электронной модели, входящей в состав сборочной единицы. «Механика».
8	Материалы и текстуры.	Практическая работа № 6. Изучить инструментальную область «Сборки».
9	Текстуры.	Практическая работа № 7 - Наложение сопряжений
10	UV-развертка.	Практическая работа № 8 - Наложение сопряжений
11	Рендеринг.	Практическая работа № 9 - Наложение сопряжений
12	Анимация.	Практическая работа № 10 - Элементы крепежа автоматического сопряжения
13	Анимация. Ключевые формы.	Практическая работа № 11 - Крепежные изделия
14	Анимация. Арматура.	Практическая работа № 12 - Крепежные изделия
15	Язык VRML.	Вставка компонентов
16	Практическая работа: язык VRML.	Организация полной сборки

Для более глубокого погружения в практическое применение 3D-моделирования, возможно, стоит включить в курс дополнительные занятия по изучению различных отраслевых приложений программного обеспечения. Это может быть полезным для студентов, заинтересованных в карьере в области инженерии и дизайна.

Для организации практических работ выбран узел «Клапан предохранительный». Принцип его работы основан на работе пружины сжатия, прижимающей клапан к седлу. При повышении давления в системе выше установленного, сила притяжения уменьшается, клапан отодвигается, и начинается сброс среды через отверстия в клапане. Это нормализует напор в системе и когда давление опустится до допустимого предела, запорный элемент снова будет прижат к седлу. Величина усилия пружины сжатия регулируется при помощи винта, рабочий ход которого зависит от вращения рукоятки. Для фиксации положения винта и предотвращения изменения установленных параметров, при котором срабатывает запорный элемент, служит гайка.

Важно отметить, что для более полного понимания физики и механики работы устройства, можно предложить учащимся разработать видеопрезентации или анимации, демонстрирующие принцип работы клапана. Это дополнительно улучшит их навыки представления технической информации.

Устройство самого клапана и принцип его работы не разбирается детально на уровне школьного образования, но учитывается при решении задач по физике в 10

классе. Подобные задачи используются и для подготовки к сдаче ЕГЭ по этому предмету. В ходе реализации практических работ учащимся предлагается поэтапное создание данного узла по чертежам деталей в определенной очередности в соответствии со спецификацией. Все практические работы имеют последовательный характер, позволяя наращивать навыки. С участниками экспериментальной группы в ходе теоретических уроков был проведен анализ использования устройства «Клапан предохранительный», были рассмотрены задачи по физике 10 класса, в условиях которых шла речь о применении такого клапана. Также можно предложить учащимся провести исследование различных вариантов использования предохранительных клапанов в современных технологиях, что поможет им осознать значимость изучаемой темы в реальной практике. Для выполнения практических работ ученикам в качестве раздаточного выдавались чертежи детали (элемента сборки) с необходимым количеством проекций (рис 2). Все практические работы выполнялись каждым обучающимся самостоятельно, созданные 3D-модели сохранялись в свою папку для дальнейшей работы. Для повышения вовлеченности обучающихся в учебный процесс, возможно, стоит также рассмотреть возможность создания групповых проектов, в которых учащиеся смогут работать в командах, решая более сложные задачи, требующие совместной работы и обмена знаниями.

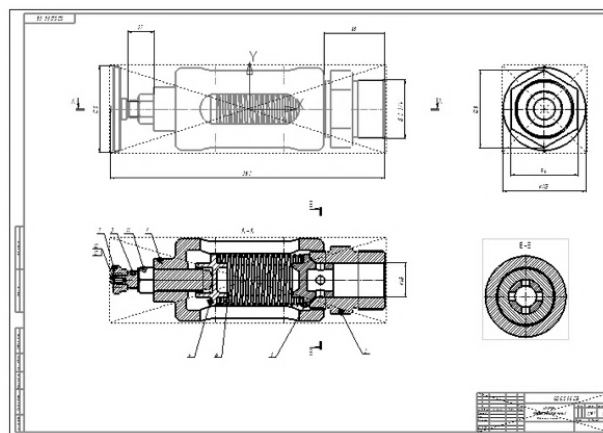


Рис. 1. Клапан предохранительный

Методика развития инженерного мышления обучающихся может быть реализована не только в форме очных занятий, но и в режиме дистанционного обучения. Такая возможность имеется при использовании учебной версии программы Компас – «Компас – 3D Учебная версия». Версия Компас для дистанционного обучения может быть применена только на домашних компьютерах, недопустима для установки в учебный класс, так как она является полностью бесплатной. Также она может быть использована для выполнения домашних заданий, для обучения детей с ограниченными возможностями.

Для реализации методики требуется домашний компьютер обучающегося, методический материал, который подробно описывает ход выполнения задания.

Основные отличия учебной версии Компас-3D от

профессиональной:

- учебная версия ограничивает возможность работы с частью приложений и библиотеками;
- полное отсутствие интеграции с системами управления инженерными данными;
- в процессе печати чертежей или текстовых документов, которые были созданы в учебной версии, автоматически прикрепляется информация о системе Компас 3D;
- в учебной версии есть возможность открывать файлы, которые были созданы в профессиональной версии, но для обратного действия требуется специальная лицензия.

Возможности учебной версии несколько ограничены, в отличие от версии профессиональной, но даже исходя из данного факта, «Компас 3D – Учебная версия» может быть успешно применена для организации дистанционного обучения обучающимся.

Основные компоненты учебной версии «Компас – 3D»:

- создание трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц;
- автоматизация проектно – конструкторских работ;
- выпуск различных спецификаций, ведомостей и других табличных документов;
- разработка различной текстовой документации.

Учебная версия Компас 3D полностью обеспечивает возможность реализации методики развития инженерного мышления обучающихся, так как программа позволяет не только изучать материал в учебных учреждениях с преподавателем, но и выполнять комплект практических работ дистанционно, либо в качестве замены обычным очным занятиям, либо как дополнение занятия для развития, закрепления различных навыков. Комплект практических работ дополняется интерактивным домашним заданием как по теоретическим вопросам работы в Компас 3D, так и практическим, которое доступно и в дистанционном режиме обучения.

Одной из ключевых особенностей самостоятельной работы в рамках 3D-моделирования является возможность учащихся учиться в своем темпе. Цифровые инструменты позволяют им самостоятельно исследовать различные аспекты моделирования, экспериментировать с формами и текстурами, а также получать мгновенную обратную связь о результатах своих действий [29, 30, 31]. Это развивает у учащихся навыки самоконтроля и самоорганизации, что является важным аспектом их подготовки к будущей профессиональной деятельности. Эффективность предложенных цифровых домашних заданий по 3D-моделированию была проанализирована на основе их влияния на развитие ключевых навыков учащихся, уровня вовлеченности в учебный процесс и качества освоения материала. Исследования показали, что внедрение таких заданий существенно повышает мотивацию учащихся к обучению и развивает их способности к самостоятельному решению задач. Кроме того, учащиеся, активно выполнявшие цифровые задания, демонстрировали значительное улучшение в области пространственного мышления и навыков

логического анализа. Это связано с тем, что 3D-моделирование требует от учащихся более глубокого понимания структур и принципов работы с геометрическими объектами, что способствует их аналитическому и критическому мышлению.

Результаты апробация цифровых домашних заданий по 3D-моделированию показали высокую эффективность и заинтересованность учащихся в данном формате обучения. В течение эксперимента учащиеся выполняли задания разного уровня сложности, что позволило оценить их уровень подготовки и адаптивность к учебным требованиям.

Таким образом, интеграция 3D-моделирования в учебный процесс способствует формированию инженерного мышления у учащихся, улучшая их способности к анализу и решению проблем. Методика, основанная на практической работе с программным обеспечением, позволяет учащимся не только осваивать теоретический материал, но и развивать навыки проектирования и моделирования. Использование учебной версии Компас-3D в дистанционном обучении предоставляет дополнительные возможности для включения детей с ограниченными возможностями, а также для выполнения домашних заданий. Систематизация практических работ и их последовательное выполнение развивает у обучающихся самостоятельность и уверенность в своих силах, что является важным аспектом в развитии инженерного мышления. Анализ работы устройств на физическом уровне помогает учащимся связать теоретические знания с практическими навыками, что является критически важным для подготовки к будущей профессиональной деятельности.

Эти аспекты подчеркивают значимость применения 3D-моделирования как эффективного инструмента для развития инженерного мышления учащихся и подготовки их к решению реальных задач.

V. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОРГАНИЗАЦИЮ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Разработанный курс 3D-моделирования, направленный на обучение школьников 11 – х классов инженерного и технологического профиля был апробирован в течение двух лет (2022 – 2023 и 2023 – 2024 уч. гг.) на базе Муниципального бюджетного общеобразовательного учреждения «Нахабинская гимназия № 4» г.о. Красногорск, п. Нахабино, Московская область.

Целью эксперимента является проверка возможности использования технологии проектной деятельности для развития инженерного мышления на уроках информатики углубленного уровня в средней школе.

Эксперимент включает в себя следующие задачи:

- создание условий для реализации методики;
- повышения уровня развития инженерного мышления за счет применение методики развития инженерного мышления при обучении трёхмерному компьютерному моделированию.

Чтобы оценить уровень сформированности инженерного мышления 11 класс был разделен на две группы (экспериментальная и контрольная)

произвольным делением. Состав групп был равномерным по количеству девушек и юношей. В экспериментальной группе (15 человек) обучение разделу «Трёхмерная графика» проводилось с использованием САПР Компас-3D v21 по разработанной методике. В контрольной группе (15 человек) раздел «Трёхмерная графика» изучался в классическом режиме с использованием САПР Blender.

Все 30 обучающихся 11 класса знакомы с системой автоматизированного проектирования Компас-2D из курсов «Технология» в 9 классе и элективного курса «Инженерная графика» в 10 классе, который ведется в МБОУ «Нахабинская гимназия № 4» по авторской программе, и владели базовыми знаниями по черчению и интерфейсу Компас.

На констатирующем этапе педагогического эксперимента была проведена работа по выявлению уровня развития инженерного мышления. Для получения комплексного представления о способности к инженерному мышлению обучающихся выбраны две методики: с помощью Прогрессивных матриц Равена (оценивается способность к логическому анализу и абстрактному мышлению) и диагностика рефлексивности А.В. Карпова (оценивается уровень самосознания, самоконтроля и восприятия окружающих). Для определения критериев уровня развития инженерного мышления у каждого обучающегося и в совокупности по классу была использована экспертная таблица (см. табл. 3).

Оба тестирования проводились во внеурочное время. Время выполнения тестов было неограниченно (тестирование с помощью прогрессивных матриц имеет второй вариант исполнения, с ограничением по времени 20 мин.).

Таблица 3. Сравнительная таблица результатов диагностики

	Диагностика с помощью Прогрессивных матриц Равена			Диагностика рефлексивности А.В. Карпова	
	1 степень (95 и выше)	2 степень (75-95)	3 степень (25-74)	> 7 стенов	< 7 стенов
ЭГ	3	9	3	12	3
КГ	2	10	3	14	1

На контрольном этапе эксперимента был осуществлен итоговый замер уровня инженерного мышления с целью выявить динамику уровня у обучающихся инженерного класса. В качестве диагностики были использованы те же методы, которые использовались и на констатирующем этапе. На сравнительной диаграмме (рис. 3) представлен анализ итогов.

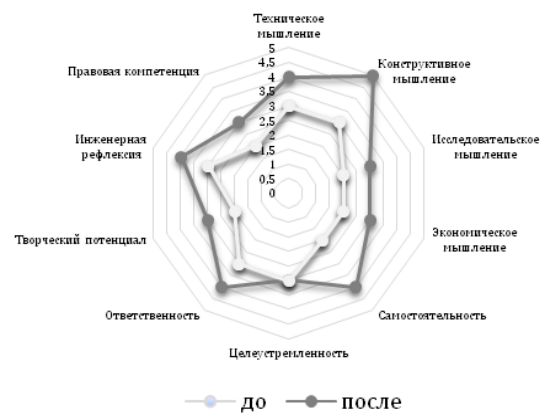


Рис.

3. Экспериментальная группа



Рис. 4. Контрольная группа

Эксперимент показал, что благодаря использованию методики развития основ инженерного мышления в курсе информатики процесс развития инженерных навыков и связанных с ними учебных действий у обучающихся протекает значительно быстрее, чем при стандартном образовательном процессе. Вместе с этим можно зафиксировать повышение уровня мотивации обучающихся к изучению предмета «Информатика» и предметами смежного спектра. Также результаты эксперимента показали, что использование STEAM-подхода, особенно через внедрение проектной деятельности, значительно повышает мотивацию учащихся к обучению и стимулирует их к активному освоению материала. В экспериментальной группе показатели технического мышления, конструкторского и исследовательского подходов выросли на 90%, что вдвое превышает результаты контрольной группы.

Подведя статистику проведенного эксперимента, можно констатировать следующее:

- Показатель уровня технического мышления у участников двух групп вырос на 60%;
- Показатель уровня конструкторского мышления у участников экспериментальной группы вырос на 90%, в то время как у контрольной группы только на 50%;
- Показатель уровня исследовательского мышления у участников экспериментальной группы вырос на 85%, в то время как у контрольной группы только на 30%;
- Показатель уровня инженерной рефлексии у участников экспериментальной группы вырос на

90%, в то время как у контрольной группы он вырос с 50%

- Показатель уровня самостоятельности у участников экспериментальной группы вырос на 95%, в то время как у контрольной группы он вырос на 43%.

Таким образом, результаты педагогического эксперимента подтверждают эффективность разработанной методики развития инженерного мышления с использованием 3D-моделирования. Данная методика способствует не только повышению уровня знаний и навыков учащихся, но и активизации их интереса к предмету, что в свою очередь, делает образовательный процесс более динамичным и результативным.

VI. ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ МЕТОДИКИ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО МЫШЛЕНИЯ

В условиях быстро меняющегося технологического мира и растущей потребности в высококвалифицированных инженерах становится очевидным, что традиционные методы обучения не всегда способны обеспечить необходимый уровень подготовки школьников. Поэтому важно рассмотреть перспективы и рекомендации по внедрению методики развития инженерного мышления в образовательный процесс.

A. Необходимость интеграции современных технологий

Современные технологии, такие как виртуальная и дополненная реальность, могут значительно улучшить процесс обучения. Использование таких инструментов в курсе 3D-моделирования позволит учащимся более глубоко погрузиться в процесс проектирования и моделирования. Таким образом, важно рассмотреть возможность интеграции технологий виртуальной реальности для создания интерактивных образовательных сред. Это может включать виртуальные лаборатории, где учащиеся смогут экспериментировать с моделями в реальном времени и визуализировать их результаты.

B. Подготовка педагогов

Для успешного внедрения методики требуется подготовка учителей, которые будут вести курсы 3D-моделирования. Важно организовать профессиональную переподготовку и курсы повышения квалификации для преподавателей, чтобы они могли эффективно использовать современные технологии и методы обучения. Это обеспечит не только высокое качество обучения, но и уверенность преподавателей в своих знаниях и навыках.

C. Внедрение междисциплинарного подхода

Инженерное мышление требует интеграции знаний из различных предметных областей. Необходимо разработать междисциплинарные курсы, которые будут сочетать элементы физики, математики, технологии и информатики. Это позволит учащимся видеть практическое применение теоретических знаний и развивать комплексный подход к решению задач.

D. Создание совместных проектов с промышленностью

Сотрудничество с местными предприятиями и организациями может значительно обогатить образовательный процесс. Создание совместных проектов, в которых учащиеся будут работать над реальными задачами, поможет им понять потребности и ожидания рынка труда. Это также позволит развить навыки работы в команде и проектной деятельности.

E. Оценка и мониторинг результатов

Для оценки эффективности внедряемой методики необходимо разработать систему мониторинга и оценки результатов. Важно включать как количественные, так и качественные показатели, чтобы получить полное представление о развитии инженерного мышления у учащихся. Регулярные анкетирования, опросы и обсуждения с участниками образовательного процесса помогут скорректировать методику в соответствии с выявленными потребностями и проблемами.

STEAM-подход открывает перспективы для эффективного развития инженерного мышления в образовательных учреждениях. Для дальнейшего улучшения методики рекомендуется использовать технологии виртуальной и дополненной реальности для создания интерактивных образовательных сред, а также включать проектную деятельность в курс 3D-моделирования. Это позволит учащимся решать практические задачи в виртуальной среде и получать визуальный опыт работы с моделями.

Необходимыми условиями для успешного внедрения STEAM-методов являются:

- подготовка педагогов и повышение их квалификации в работе с STEAM-технологиями,
- внедрение междисциплинарного подхода, который объединяет элементы математики, физики и технологии,
- создание сотрудничества с местными предприятиями для организации совместных проектов, что позволит учащимся работать над реальными задачами,
- проведение регулярного мониторинга и оценки результатов внедрения методики.

Таким образом, внедрение методики развития инженерного мышления в образовательный процесс является необходимым шагом для подготовки современных специалистов. Открытие новых горизонтов для учащихся возможно через использование современных технологий, подготовку педагогов, междисциплинарный подход, сотрудничество с промышленностью и систему мониторинга результатов. Это позволит не только улучшить качество образования, но и сформировать у школьников необходимые навыки для успешной профессиональной деятельности в будущем.

VII. ВЫВОДЫ

Формирование инженерного мышления у школьников представляет собой комплексный и многоуровневый процесс, направленный на развитие не только способности к систематическому решению проблем, но

и творческого подхода к конструированию. STEAM-технологии играют важную роль в этом процессе, способствуя развитию как технических, так и творческих навыков. Разработанный курс 3D-моделирования, дополненный элементами STEAM, показал высокую эффективность в повышении мотивации учащихся и формировании у них ключевых компетенций, необходимых для успешной адаптации к вызовам современного мира. Инженерное мышление становится ключевым компонентом современного образования, так как оно ставит своей целью не просто передачу знаний, но и формирование навыков и умений, необходимых для решения сложных задач в различных областях жизни.

Одним из основных аспектов инженерного мышления является его научно-прикладной характер, который делает его междисциплинарным. Проблемы, решаемые с помощью инженерного мышления, часто выходят за пределы одной предметной области, требуя от учащихся интеграции знаний из различных сфер. Это подчеркивает необходимость внедрения международных подходов в образовательный процесс, которые способствуют более глубокому пониманию и освоению междисциплинарных связей.

Ключевыми элементами успешного формирования инженерного мышления в учебном процессе являются:

- Практическое применение знаний: учащиеся не только изучают теорию, но и применяют ее на практике, что способствует лучшему пониманию материала.

- Работа в команде: совместные проекты развивают навыки коммуникации и сотрудничества, которые являются важными в реальной инженерной деятельности.

- Исследовательский подход: стимулирование учащихся к проведению самостоятельных исследований помогает развивать критическое мышление и способность анализировать информацию.

- Проблемно-ориентированные проекты: задачи, основанные на реальных проблемах, делают обучение более актуальным и значимым.

- Развитие креативности: учащиеся учатся находить нестандартные решения и генерировать новые идеи.

- Обратная связь: регулярная обратная связь от преподавателей и сверстников помогает учащимся осознать свои сильные и слабые стороны, что способствует их дальнейшему развитию.

Разработанная авторская методика включает в себя разнообразные стратегии и методы, учитывающие разные стили обучения учащихся. Наиболее эффективным методом формирования инженерного мышления можно считать метод активного обучения, который стимулирует обучающихся систематизировать и интегрировать новую информацию в уже имеющийся опыт, вместо механического запоминания фактов.

Преимущество и особенность разработанного авторского курса заключаются в том, что в результате его изучения динамика развития инженерных навыков становится более интенсивной. Это достигается за счет внедрения заданий инженерной направленности как в теоретическую, так и в практическую части курса.

Каждое практическое задание включает создание самостоятельной трёхмерной модели по чертежу с использованием различных методов построения, которые впоследствии объединяются в сборочную единицу.

В теоретической части курса установлена связь с предметами физика и черчение, что способствует изучению теоретических аспектов применения конструкций. Это создает возможность повысить мотивацию учащихся к изучению смежных предметов, укрепляя их интерес и углубляя понимание различных дисциплин. Таким образом, внедрение данной методики в образовательный процесс представляет собой перспективный шаг к формированию квалифицированных специалистов, способных успешно решать инженерные задачи в условиях быстро меняющегося мира.

БИБЛИОГРАФИЯ

- [1] Конюшенко С. М. STEAM образование: профессиональная подготовка будущих учителей математики и информатики / С. М. Конюшенко, С. В. Кузьмин // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого педагогические науки. 2019. № 4(50). С. 185-189.
- [2] Федосов А. Ю., Семенкова Т. А. Формирование базовых навыков прототипирования на ступени основного общего образования // Информационные системы и технологии: материалы международного научного конгресса по информатике. В 3 ч., Минск, 27–28 октября 2022 года. Том 3. Минск: Белорусский государственный университет, 2022. С. 206-211.
- [3] Лебедева Т. Н. Инженерное мышление: определение и состав его компонентов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2015. № 4-3. С. 66-68.
- [4] Чекулаева М.Е., Сидорова Н.В. Развитие инженерного мышления учащихся путем привлечения их к составлению прикладных задач // Вестник науки и образования. 2020. № 12-1(90). С. 61-65.
- [5] Андриухина Л.М., Гузанов Б.Н., Анахов С.В. Инженерное мышление: векторы развития в контексте трансформации научной картины мира // Образование и наука. 2023. Т. 25, № 8. С. 12-48. DOI: 10.17853/1994-5639-2023-8-12-48.
- [6] Филатова О.Н., Рябков О.Ю., Ермолаева Е.Л. Формирование инженерного мышления у обучающихся на занятиях образовательной робототехники // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68-4. С. 245-247.
- [7] Лукашенко Т. М. Формирование инженерного мышления на уроках английского языка // Ментор. 2019. № 3. С. 59-61.
- [8] Paterson R.E. Intuitive cognition and models of human–automaton interaction // Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society. 2017. Vol. 59(1). P. 101-115.
- [9] Bushmeleva N.A. et al. Peculiarities of Engineering Thinking Formation Using 3D Technology // European journal of contemporary education. 2020. Vol. 9(3). P. 529-545.
- [10] Дервянко К.И., Орловская В.П., Филиппова И.Г. Креативное мышление как элемент Soft Skills специалиста индустрии событий // Экономика и управление. 2022. Т. 28, № 3. С. 267-280.
- [11] Легкова И.А., Никитина С.А., Зарубин В.П., Иванов В.Е. Визуализация учебного материала средствами системы КОМПАС-3D // Современные проблемы высшего образования: материалы VII Международной научно-методической конференции, Курск, 28 апреля 2015 года / С.Г. Емельянов (отв. редактор). Курск: Юго-Западный государственный университет, 2015. С. 34-38.
- [12] Романова Г.В. Развитие инженерного творчества как актуальная проблема высшего и дополнительного профессионального образования: опыт западных стран // Управление устойчивым развитием. 2017. № 1(08). С. 114-118.
- [13] Баямбаева А.С., Абдишева З.В. Развитие критического мышления школьников как способ организации интерактивного образовательного процесса // Вестник СКУ им. М. Козыбаева. 2020. № 4(49). С. 265-270.

- [14] Никитина Г.В., Елшанская О.С. Формирование предпосылок инженерного мышления у дошкольников посредством конструирования // Гуманитарные науки и образование. 2019. Т. 10, № 4(40). С. 77-83.
- [15] Рожик А.Ю. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование. Педагогические науки. 2017. Т. 9, № 2. С. 98-113. DOI 10.14529/ped170210.
- [16] Зенкина С.В., Савченкова М.В. Использование 3D редакторов в урочной и во внеурочной деятельности // Инфоком. 2018. № 1(2). С. 45-53.
- [17] Корчажкина О.М. Роль визуализации в формировании инженерного мышления при изучении вероятностных процессов // Настоящее и будущее физико-математического образования: Материалы докладов V всероссийской научно-практической конференции, Киров, 26–27 октября 2018 года / Ответственный редактор Ю.А. Сауров. Киров: Общество с ограниченной ответственностью «Радуга-ПРЕСС», 2018. С. 121-125.
- [18] Сизова М.Ю. Формирование инженерного мышления школьников в процессе проектной деятельности по математике // Формирование инженерного мышления в процессе обучения: материалы международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 01 апреля 2016 года / Ответственный редактор Т.Н. Шамало. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2016. С. 162-166.
- [19] Шабалина М.Р., Соколова А.Н. Особенности преподавания математики в контексте формирования конструктивного мышления у студентов инженерных профилей // Альманах мировой науки. 2016. № 10-2(13). С. 72-75.
- [20] Савченко Е.В. Развитие абстрактно-логического мышления студентов в процессе решения задач по курсу общей физики // Modern Science. 2020. № 12-4. С. 358-362.
- [21] Хан О. Н. Развитие творческого инженерного мышления при изучении дисциплин «Русский язык и деловые коммуникации», «Русский язык и этика делового общения» // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 89-2. С. 149-151.
- [22] Князева О.В. Развитие инженерного мышления на уроках истории: из педагогической практики // Новые педагогические исследования: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 05 апреля 2020 года. Пенза: "Наука и Просвещение" (ИП Гуляев Г. Ю.), 2020. С. 78-80.
- [23] Выготский Л. С. Собрание сочинений: в 6-ти томах. Т. 6: Научное наследие. М.: 1984. С. 64-67.
- [24] Использование дидактического потенциала STEM- и STEAM-технологий в решении задач цифровизации образования / В. Н. Аниськин и др. / Высшее гуманитарное образование XXI века: проблемы и перспективы: мат.-лы XIV межд. науч.-практ. конф. - Самара: СГСПУ, 2019. - С. 19-24.
- [25] Аддитивные производственные технологии в образовательном процессе / Е.В. Васильева, А.О. Жукова, Д. Ху [и др.] // Перспективные машиностроительные технологии: сборник научных трудов Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 21–25 ноября 2022 года. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. С. 204-210.
- [26] Аршанский Е.Я., Сологуб Н.С. STEAM-образование: от модели к практической реализации // Адукацыя і выхаванне. 2020. № 9(345). С. 22-30.
- [27] Бердюгина О.В. Использование системы автоматизированного проектирования КОМПАС-3D в подготовке инженеров для агропромышленного комплекса // Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований: Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции, Нефтекамск, 17 декабря 2019 года / Под общей редакцией А. И. Вострецова. Нефтекамск: Научно-издательский центр "Мир науки" (ИП Вострецов Александр Ильич), 2019. С. 715-721.
- [28] Анисимова Т.И., Сабирова Ф.М., Шатунова О.В. Подготовка педагогов для STEAM-образования // Высшее образование сегодня. 2019. № 6. С. 31-35. DOI: 10.25586/RNU.HET.19.06.P.31.
- [29] Брянцева Р.Ф. Интегрированный подход в обучении информатике на примере использования Компас-3D // Наука и перспективы. 2017. № 2. С. 27-30.
- [30] Васильев, И. Н. Разработка цифровых заданий для профессионально-ориентированных классов // Педагогическое образование и наука. 2022. № 14(1). С. 21-29.
- [1] Морозова, Е. С. Цифровое образование: организация самостоятельной работы учащихся // Инновации в педагогике. 2022. № 6(1). С. 23-31.
- Семенкова Т.А.**, Российский государственный социальный университет, аспирант кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий цифрового общества; (e-mail: tasemenkova@bk.ru)
- Федосов А.Ю.**, доктор педагогических наук, доцент, Российский государственный социальный университет, профессор кафедры информационных технологий, искусственного интеллекта и общественно-социальных технологий информационного общества; (e-mail: alex_fedosov@mail.ru).

Formation of engineering thinking of schoolchildren by means of 3D modeling in the context of the implementation of STEAM education technologies

T. A. Semenkova, A. Yu. Fedosov

Abstract— The article reveals the relevance of the development of engineering thinking among schoolchildren in the context of the digital economy and technological progress. It is emphasized that the ability to engineering thinking, including a systematic approach to problem solving, analytical thinking and a creative approach to developing new solutions, is necessary for the successful development and application of knowledge in complex areas. The authors draw attention to the interdisciplinary nature of this process, which requires a combination of various educational approaches and the integration of practice-oriented techniques.

The key components of the development of engineering thinking, such as the practical application of knowledge, teamwork, research approach and project activities focused on real problems, are highlighted in the article as the main conditions for successful skill formation. It is proved that it is advisable to build the 3D modeling methodology on a variety of educational methods, including interactive and remote technologies, which expand the possibilities for in-depth mastering of educational material. Special attention is paid to active learning within the framework of the STEAM approach, which combines scientific and artistic elements, motivating students to research and creatively solve practical problems.

The authors emphasize that STEAM education not only provides students with knowledge, but also develops practical skills necessary for the application of innovative technologies in solving complex problems. The article substantiates the prospects of the 3D modeling teaching methodology as an effective means for the formation of engineering thinking among schoolchildren studying in specialized classes and preparing them for the requirements of the modern labor market.

The article emphasizes the importance of using virtual and augmented reality technologies as a promising direction for improving the level of engineering thinking of schoolchildren. The integration of these technologies allows students not only to visualize complex concepts, but also to actively participate in modeling, which also contributes to the formation of critical and analytical thinking.

Keywords— engineering thinking, computer modeling, 3D modeling, STEAM education, computer graphics, e-learning.

REFERENCES

- [1] S. M. Konyushenko, and S. V. Kuzmin, "STEAM education: professional training of future teachers of mathematics and computer science," *Izvestia of the Baltic State Academy of the Fishing Fleet: psychological and pedagogical sciences*, no. 4(50), pp. 185-189, 2019.
- [2] A. Yu. Fedosov, and T. A. Semenkova, "Formation of Basic Prototyping Skills at the Stage of Basic General Education," in *Informacionnye sistemy i tekhnologii: materialy mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa po informatike, V 3 ch., Minsk, 27–28 oktyabrya 2022 goda, T. 3*, Minsk, Belorusskij gosudarstvennyj universitet, 2022, pp. 206-211. [In Russian]
- [3] T. N. Lebedeva, "Inzhenernoe myshlenie: opredelenie i sostav ego komponentov," *Aktual'nye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk*, no 4-3, pp. 66-68, 2015. [In Russian]
- [4] M. E. Chekulaeva, and N. V. Sidorova, "The Development of Engineering Thinking of Students by Involving Them in the Compilation of Applied Tasks," *Vestnik nauki i obrazovaniya*, no 12-1(90), pp. 61-65, 2020. [In Russian]
- [5] L. M. Andryukhina, B. N. Guzanov, and S. V. Anakhov, "Engineering Thinking: Vectors of Development in the Context of the Transformation of the Scientific Picture of the World," *The Education and Science Journal*, vol. 25, no 8, pp. 12-48, 2023, doi: 10.17853/1994-5639-2023-8-12-48. [In Russian]
- [6] O. N. Filatova, O. Yu. Ryabkov, and E.L. Ermolaeva, "Formation of Engineering Thinking in Students in Classes of Educational Robotics Formirovanie inzhenernogo myshleniya u obuchayushchihhsya na zanyatiyah obrazovatel'noj robototekhniki," *Problems of modern pedagogical education*, no 68-4, pp. 245-247, 2020. [In Russian]
- [7] T. M. Lukashenko, "Formirovanie inzhenernogo myshleniya na urokah anglijskogo yazyka," *Mentor*, no 3, pp. 59-61, 2019. [In Russian]
- [8] R.E. Paterson, "Intuitive cognition and models of human–automaton interaction," *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, vol. 59(1), pp. 101-115, 2017.
- [9] N.A. Bushmeleva, et al., "Peculiarities of Engineering Thinking Formation Using 3D Technology," *European journal of contemporary education*, vol. 9(3), pp. 529-545, 2020.
- [10] K. I. Derevyanko, V. P. Orlovskaya, and I. G. Filippova, "Creative Thinking as a Soft Skill of an Event Industry Specialist," *Economics and Management*, vol. 28, no 3, pp. 267-280, 2022. [In Russian]
- [11] I. A. Legkova, S. A. Nikitina, V. P. Zarubin, and V. E. Ivanov, "Vizualizaciya uchebnogo materiala sredstvami sistemy KOMPAS-3D," in *Sovremennye problemy vysshego obrazovaniya: materialy VII Mezhdunarodnoj nauchno-metodicheskoj konferencii, Kursk, 28 aprelya 2015 goda*, S. G. Emel'yanov (ed.), Kursk, Yugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, 2015, pp. 34-38. [In Russian]
- [12] G.V. Romanova, "Engineering Creativity Development as a Topical Issue of the Higher and Further Vocational Education: Western Countries Experience," *Upravlenie ustojchivym razvitiem*, no 1(08), pp. 114-118, 2017. [In Russian]
- [13] A. C. Bayambaeva, and Z. V. Abdisheva, "Developing Students' Critical Thinking as a Way of Organizing an Interactive Educational Process," *Vestnik SKU im. M. Kozybaeva*, no 4(49), pp. 265-270, 2020. [In Russian]
- [14] G. V. Nikitina, and O. S. Elshanskaya, "The Forming the Prerequisites of Engineering Thinking in Preschoolers Through

- Construction,” *Gumanitarnye nauki i obrazovanie*, vol. 10, no 4(40), pp. 77-83, 2019. [In Russian]
- [15] A. Yu. Rozhik, “Historical Stages of Engineering Thinking Formation,” *Bulletin of the South Ural State University, series “Education. Educational Sciences*, vol. 9, no 2, pp. 98-113, 2017, doi: 10.14529/ped170210. [In Russian]
- [16] S. V. Zenkina, and M. V. Savchenkova, “Ispol'zovanie 3D redaktorov v urochnoj i vo vneurochnoj deyatel'nosti,” *Infokom*, no 1(2), pp. 45-53, 2018. [In Russian]
- [17] O. M. Korchazhkina, “Rol' vizualizacii v formirovanii inzhenernogo myshleniya pri izuchenii veroyatnostnyh processov,” in *Nastoyashchee i budushchee fiziko-matematicheskogo obrazovaniya: Materialy dokladov V vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Kirov, 26–27 oktyabrya 2018 goda*, Yu. A. Saurov (ed.), Kirov, Raduga-PRESS, 2018, pp. 121-125. [In Russian]
- [18] M. Yu. Sizova, “Formirovanie inzhenernogo myshleniya shkol'nikov v processe proektnoj deyatel'nosti po matematike,” in *Formirovanie inzhenernogo myshleniya v processe obucheniya : materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ekaterinburg, 01 aprelya 2016 goda*, T. N. Shamalo (ed.), Ekaterinburg, Ural'skij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2016, pp. 162-166. [In Russian]
- [19] M. R. Shabalina, and A. N. Sokolova, “Osobnosti prepodavaniya matematiki v kontekste formirovaniya konstruktivnogo myshleniya u studentov inzhenernyh profilej,” *Al'manah mirovoj nauki*, no 10-2(13), pp. 72-75, 2016. [In Russian]
- [20] E. V. Savchenko, “Razvitie abstraktno-logicheskogo myshleniya studentov v processe resheniya zadach po kursu obshchej fiziki,” *Modern Science*, no 12-4, pp. 358-362, 2020. [In Russian]
- [21] O. N. Han, “Razvitie tvorcheskogo inzhenernogo myshleniya pri izuchenii disciplin «Russkij yazyk i delovye kommunikacii», «Russkij yazyk i etika delovogo obshcheniya»,” *Tendencii razvitiya nauki i obrazovaniya*, no 89-2, pp. 149-151, 2022. [In Russian]
- [22] O. V. Knyazeva, “Development of Engineering Thinking in the Lessons of History: From Pedagogical Practice,” in *Novye pedagogicheskie issledovaniya: sbornik statej*, Penza, Nauka i Prosveshchenie, 2020, pp. 78-80. [In Russian]
- [23] L. S. Vygotskij, “Sobranie sochinenij: v 6-ti tomah, 6: Nauchnoe nasledstvo,” Moskva, 1984, pp. 64-67. [In Russian]
- [24] V. N. Anis'kin, et al., “Ispol'zovanie didakticheskogo potenciala STEM- i STEAM-texnologij v reshenii zadach cifrovizacii obrazovaniya,” in *Vysshee gumanitarnoe obrazovanie XXI veka: problemy i perspektivy: mat-ly XIV mezhd. nauch.-prakt. konf.*, Samara, SGSPU, 2019, pp. 19-24. [In Russian]
- [25] E. V. Vasilyeva, A. O. Zhukova, D. Khu, et al., “Additive Manufacturing Technologies in the Educational Process,” in *Perspektivnye mashinostroitel'nye tekhnologii: sbornik nauchnyh trudov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Sankt-Peterburg, 21–25 noyabrya 2022 goda*, Sankt-Peterburg, POLITEKH-PRESS, 2023, pp. 204-210. [In Russian]
- [26] E. Ya. Arshanskij, and N. S. Sologub, “STEAM-obrazovanie: ot modeli k prakticheskoy realizacii,” *Adukacya i vyhavanne*, no 9(345), pp. 22-30, 2020. [In Russian]
- [27] O. V. Berdyugina, “Ispol'zovanie sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya KOMPAS-3D v podgotovke inzhenerov dlya agropromyshlennogo kompleksa,” in *Nauka, obrazovanie, innovacii: aprobaciya rezul'tatov issledovanij: Materialy Mezhdunarodnoj (zaobnoj) nauchno-prakticheskoy konferencii, Neftekamsk, 17 dekabrya 2019 goda*, A. I. Vostrecova (ed.), Neftekamsk, Mir nauki, 2019, pp. 715-721. [In Russian]
- [28] T. I. Anisimova, F. M. Sabirova, and O. V. Shatunova, “Training teachers for STEAM-education,” *Higher Education Today*, no 6, pp. 31-35, 2019, doi: 10.25586/RNU.HET.19.06.P.31. [In Russian]
- [29] R. F. Bryantseva, “Integrated Approach in Learning of Informatics on the Example of Using Kompas-3D,” *Nauka i perspektivy*, no 2, pp. 27-30, 2017. [In Russian]
- [30] I. N. Vasiliev, “Development of digital tasks for professionally oriented classes,” *Pedagogical education and science*, no 14(1), pp. 21-29, 2022.
- [31] E. S. Morozova, “Digital education: organization of independent work of students,” *Innovations in pedagogy*, no 6(1), pp. 23-31, 2022.