



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ

Основы инженерного творчества при обучении 3D-моделированию
Выпускная квалификационная работа по направлению

44.03.05 Педагогическое образование (два профиля подготовки)
код, направление

Направленность программы бакалавриата

«Информатика. Математика»

Форма обучения заочная

Проверка на объем заимствований:

86,97 % авторского текста

Работа _____ к защите

рекомендована/не рекомендована

« 06 » марта 2025 г.

Зав. кафедрой _____

Выполнил (а):

Студент (ка) группы ЗФ-615-111-5-1

Карпенко Любовь Владимировна

Научный руководитель:

к.п.н., доцент кафедры

Паршукова Наталья Борисовна

Челябинск

2025 год



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКИ

Основы инженерного творчества при обучении 3D-моделированию
Выпускная квалификационная работа по направлению

44.03.05 Педагогическое образование (два профиля подготовки)
код, направление

Направленность программы бакалавриата

«Информатика. Математика»

Форма обучения заочная

Проверка на объем заимствований:

_____ % авторского текста

Работа _____ к защите

рекомендована/не рекомендована

«__» _____ 20__ г.

Зав. кафедрой _____

Выполнил (а):

Студент (ка) группы ЗФ-615-111-5-1

Карпенко Любовь Владимировна

Научный руководитель:

к.п.н., доцент кафедры

Паршукова Наталья Борисовна

Челябинск

2025 год

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Теоретический анализ проблемы обучения основам инженерного творчества на уроках по 3D-моделированию.....	6
1.1 Инженерное мышление как ключевой компонент образования школьников.....	6
1.2 Особенности развития инженерного мышления посредством использования 3D-моделирования.....	10
1.3 Методика обучения инженерному творчеству в рамках реализации среднего общего образования, основного общего образования на уроках по 3D-моделированию.....	13
1.4 Обзор современных средств 3D-моделирования.....	17
Выводы по первой главе.....	23
Глава 2. Применение методики изучения 3D-моделирования для развития инженерного творчества.....	28
2.1 Разработка учебной программы изучения 3D-моделирования для развития инженерного мышления.....	29
2.2 Методические рекомендации по реализации курса.....	33
2.3 Разработка рекомендаций по реализации задач для рабочей программы.....	36
2.4 Практическое применение методики и ее результаты.....	41
Выводы по второй главе.....	45
Заключение.....	50
Список использованных источников.....	55
Приложение 1.....	61
Приложение 2.....	67
Приложение 3.....	77
Приложение 4.....	87
Приложение 5.....	88

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования заключается в том, что научно-технический процесс предоставляет людям новые возможности, ставит новые задачи. Процесс внедрения электронных устройств в практическую деятельность человека для автоматизированной обработки информации набирает большую популярность. Современное производство давно использует новое автоматизированное оборудование и технологии быстрого прототипирования. При изучении исследований была выявлена важность формирования инженерной культуры в образовательных организациях. В учебных заведениях, по поручению Правительства Российской Федерации Минпросвещения России совместно с Минобрнаука России была создана программа, направленная на развитие интереса учащихся к инженерному образованию и, таким предметам, как физика, математика, химия и биология, для развития технологического процесса [23]. Важность в необходимости подготовки специалистов, способных генерировать неповторимые решения, в том числе для новых, только формирующихся отраслей, готовых использовать передовые методы проектирования и конструирования, подчеркнул В.В. Путин на заседании Совета при Президенте по науке и образованию 07.02.2025 года: «Рабочие профессии в промышленности, многих других отраслях также требуют знания сложнейших технологических систем, инженерных компетенций. Необходимость в подготовке кадров – одна из важнейших задач для всех уровней образования» [7, 23].

Для реализации поставленных задач, появляется необходимость в создании условий, способных увлечь учащихся инженерным творчеством. Современные занятия помогут заинтересовать учащихся в проведении естественнонаучных исследований, обучению робототехники, конструированию, 3D-моделированию, инженерной графики. Так же в рамках Федерального Государственного Образовательного Стандарта

основного общего образования по дисциплинам «Информатика» и «Труд» присутствуют модули «Компьютерная графика» и «3D-моделирование, прототипирование, макетирование» соответственно, которые так же направлены на формирование у обучающихся технико-технологического, проектного и критического мышления на основе практико-ориентированного обучения [31].

Для этого появляется потребность в создании курса, где будет собрана основная информация по модулю.

Объект исследования: обучение основам инженерного творчества.

Предмет исследований: формирование навыков инженерного творчества с использованием 3D-моделирования.

Цель исследования: разработать курс дополнительного образования для формирования у учащихся инженерного и технического мышления на уроках по 3D-моделированию.

Задачи:

1. Изучить методическую и специальную литературу по проблеме исследования.
2. Выявить особенности развития инженерного мышления.
3. Провести анализ примерных рабочих программ по проблеме исследования.
4. Изучить современные средства 3D-моделирования и выделить программное обеспечение для создания трехмерной графики, которое будет в дальнейшем использоваться на уроках.
5. Разработать рабочую программу дополнительного образования «Инженерное творчество в 3D-моделировании».
6. Разработать методических рекомендаций.
7. Разработать рекомендации по применению задач.
8. Провести апробацию.

Гипотеза исследования: применение рабочей программы «Инженерное творчество в 3D-моделировании» дополнительного

образования будет способствовать формированию инженерного мышления.

Место проведения апробации: МБОУ «СОШ № 107 г. Челябинска», пр-кт. Ленина, д. 7.

Для решения поставленных задач применялись следующие методы: анализ, синтез и сравнение.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы и приложения.

Количество страниц: 57 (без приложений).

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА НА УРОКАХ ПО 3D- МОДЕЛИРОВАНИЮ

1.1 Инженерное мышление как ключевой компонент образования школьников

Техническое творчество – вид деятельности, направленный на развитие умения преодолевать существующие шаблоны и стандарты в инженерно-техническом направлении, развивать творческое мышление и заниматься самореализацией. Техническое творчество является начальной ступенью развития изобретательской, новаторской, инженерно-конструкторской деятельности.

А.Б. Саркенаева – исследователь технического творчества утверждала, что техническое изобретательство – сложная сфера творческого отношения личности к окружающему миру природы и обществу, наиболее совершенная форма самоутверждения творческой личности [29].

В рамках реализации задач Министерства просвещения Российской Федерации, общество пытается привлечь учащихся к развитию технических видов деятельности. Современные мировые тенденции в образовании подчеркивают значимость междисциплинарных подходов, способствующих развитию инженерного мышления у школьников [23].

Перед образовательной системой, стоят вызовы современности, которые требуют от учащихся не только усвоение знаний, но и развития умений, значимых для успешной адаптации в быстро меняющемся мире. В данном понимании инженерное творчество является ключевым для формирования компетенций, которые помогут школьникам эффективно решать сложные задачи и внедрять инновации в многих отраслях. Как было сказано выше, инженерное мышление представляет собой объединение творческих, аналитических и естественно технических

подходов, что позволяет учащимся осознавать материал, применять его в практической деятельности, ориентируясь на ситуации из жизни.

В исследованиях отечественных научных деятелей, выделяется работа Т.Н. Лебедевой, где было сформулировано определение инженерного мышления, как системное техническое мышление, совмещающее креативность и разнообразные мыслительные подходы, что стимулирует инновационный подход и решение сложных задач [15].

В работах М.Е. Чекулаевой и Н.В. Сидорова, инженерное мышление состоит из множества аспектов: технический, конструктивный (целостное восприятие объекта), экономический (учитывает экономическую специфику объекта), исследовательский (анализ ситуации, выдвижение гипотез и их проверка), творческий (допускает применение нестандартных методов) и так далее [35].

Логическое, научное и образно-интуитивное мышление объединяются в инженерном, так полагает Т.М. Лукашенко. Логическое мышление состоит из четких и конкретных понятий, образно-интуитивное обеспечивает обработку информации без рационального вмешательства, а научное мышление опирается на опыт и наблюдение. По сказанной выше информации, инженерное мышление, по суждениям которого не существует одного правильного решения и рассуждение на одну заданную проблему, создаст цепочку других вопросов, 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 [16].

Так же подобное суждение было в основных принципах старой русской инженерной школы. В основе обучения должны присутствовать фундаментальные знания, которые будут являться минимальным набором элементов, способствующие для дальнейшего роста и совершенствования обучающегося, так как они дают систему понимания, способы мышления и

навыки, которые образуют инженерную культуру. Необходима взаимосвязь между образованием и инженерной культурой. Полученные теоретические знания необходимо научиться применять при решении актуальных технических задач.

В образовательном процессе важно не только выделение предметных, метапредметных результатов, но и личностных, поэтому этический посыл о том, что инженерия занимается решением проблем и улучшение жизни людей, так же важен для использования его в образовательном процессе и педагогической деятельности.

Современные исследования О.Н. Филатова, О.Ю. Рябкова, Е.Л. Ермолаева уделяют внимание необходимости гибкости мышления и способности к адаптации в условиях быстрого развития технологий. В условиях стремительной цифровизации, требуются специалисты, способные адаптироваться к развивающемуся рынку и создавать высокотехнологические продукты. Инженерное мышление у подрастающего поколения играет ключевую роль, формируя опережающие навыки и способствуя правильному суждению в нестандартных ситуациях [33].

Знания включают в себя, с точки зрения междисциплинарного подхода в процессе формирования инженерного мышления у учащихся, факты, теории, идеи и концепции, которые в прошлом времени были признаны и осмысленны определенной областью или предметом. Навыки – это способность использовать накопленные знания для выполнения задач и достижения, поставленных результатов. Умения же указывают на предрасположенность учащегося действовать и вовремя реагировать на внешние условия, такие как идеи, людей или обстоятельства.

Как было сказано выше, инженерное мышление направленно на решение проектных, ситуационных или проектно-ориентированных задач, которые составлены по форме и содержанию к «реальной» ситуации или описывают ситуацию из окружающей действительности. В особенности

выделяется проектный метод, он позволяет раскрыть междисциплинарный характер, который не ограничен одной предметной областью и дает возможность учащимся решать задачи в команде, развивая навыки совместной работы и критического мышления. В работе инженеры используют критическое мышление, креативность и сотрудничество. Когда формируется понятие инженерного мышления, вне зависимости от междисциплинарного подхода, указанные навыки имеют место в обучении.

В период технологического прогресса в интернете информация доступна в огромном количестве. Современные обучающиеся должны уметь критически оценивать сведения на достоверность. Инженеры преобладают способностью критически мыслить, сопоставляя проблемы и ограничения критерий. Тем самым в педагогической деятельности уделяется внимание данному факту, чтобы учащиеся столкнулись с более тщательным и подробным изучением критериев и факторов, которые на них влияют, рассмотрением вариантов решения, синтезом идей и характеристик, обнаруженных в различных вариантах и решениях, для более широкого использования системного мышления.

Для развития инженерного мышления и реализации методических аспектов требуется связь различных образовательных дисциплин, внедрение современных технологий и активное участие учащихся и педагогов в образовательном процессе.

В начальном общем образовании обучающиеся на основании минимального объема знаний, необходимого для понимания сущности изучаемого объекта и осознания, связанных с ним явлений, создают нереалистичные идеи, так как им еще трудно найти закономерности.⁸ Учащиеся, осваивающие среднее общее образование, реализуют конкретные прототипы, на основе уже готовых инженерных проектов. При овладении навыка синтеза, ученики создают продукт, комбинируя выбор идей, приемов, материалов и дизайна из различных источников.

Обучающиеся в старшем общем образовании самостоятельно разрабатывают сложные проекты, создавая прототипы и проводя анализ, что позволяет мотивировать учащихся на самостоятельную работу и подготовить их к дальнейшему обучению в высших учебных заведениях [22].

1.2 Особенности развития инженерного мышления посредством использования 3D-моделирования

Научно-технический прогресс развивается, развитие инженерного мышления у обучающихся является релевантной задачей педагогической деятельности. Проводя анализ проблемы развития инженерного мышления в среднем общем образовании, были выделены работы ученых-исследователей, которые предлагают решение в конкретной предметной области, которой они занимаются. Так исследователи предлагают в основе формирования основ инженерного мышления физику, потому что она формирует навыки моделирования явлений, анализ условий, оценки и исправления действий, а также соотношение модели с реальностью. Превратить теорию в уникальную практику для обучающихся может быть реализован в робототехнике [11, 34].

С.В. Зенкина, О.М. Корчажкина, М.Ю Сизова, М.Р. Шабалина реализацию развития способности к анализу, генераций идей и оптимизаций решений поставленных задач представляют в уроках математики [9, 13, 29, 36].

О.Н. Хан рекомендуют для развития инженерного мышления гуманитарные науки, например, языковые дисциплины, которые ускоряют процесс систематизации компонентов, исходя из развития умения владения речью и понимания языковых закономерностей [34].

Основываясь на понимании инженерного творчества и мышления, в дисциплинарной принадлежности превалирующей точкой зрения в отечественной методической литературе является концепция о том, что в

основе формирования у учащихся инженерного мышления должен лежать деятельностный подход в обучении в основе которого лежит совершенствование инженерных и сквозных навыков в направленной на учащихся среде, которая основана на совместной деятельности педагогов и обучающихся. Данная учебная деятельность, вовлекает учащихся в выполнение действий и в размышление о том, что учащиеся делают. Характерными чертами активного обучения является использование ранее полученных знаний или опыта, решение задач с практическим содержанием или реальной жизни, самостоятельная работа учащегося, актуальность и прикладной характер. Л.С. Выготский защищал теорию социального конструктивизма, основная идея заключается в понятие и построение значений, изучаются учащимися совместно [8].

Основными этапами инженерной деятельности являются проектирование, конструирование, разработка изделия, производство изделия, эксплуатация изделия, модернизация, завершение жизненного цикла инженерного объекта. В инженерном творчестве этапы представлены, как критическое осмысление задачи и ее формулировка, начало реализации технической идеи, при котором требуется поиск решения заданных условий, разработка, конструирование, воплощение изобретения в новом техническом объекте. Реализовать все этапы проектирования возможно при освоении навыка 3D-моделирования. Технология трехмерного моделирования осуществляется со специализированным программным обеспечением, которое позволяет решать задачи, развивает пространственное представление и открывает возможности к развитию способностей к критическому мышлению и креативности.

В своих работах Е.В. Соболева, Н.И. Исупова, Л.В. Караулова, М.М. Ниматулаева уделяли внимание о формировании инновационного мышления, как важного аспекта повышения конкурентоспособности современного выпускника. Авторы анализируют исследовательскую

работу учащегося по созданию новаторского продукта, технического изделия для подготовки востребованного специалиста [41]. Е.В. Соболева, Т.Н. Суворова, С.В. Зенкина, Е.К. Герасимова предлагают привлекать обучающихся в конкурсную проектную деятельность по робототехнике для поддержания педагогической деятельности по развитию критического мышления [24]. Изучив исследования и практический опыт научных деятелей, можно сделать заключение, что для формирования инженерного мышления у учащихся педагогам нужно использовать инновационные средства современной цифровой образовательной среды.

В исследования А.И. Бензера, В. Юлдия было выдвинуто предположение, что в условиях технологического совершенствования наиболее востребованными являются специалисты, имеющие опыт междотраслевой коммуникации, навыки работы с 3D-редакторами [38].

Т.В. Машарова, Н.А. Бушмелева, М.С. Перевозчикова, И.Ю. Хлобыстова определяют подход, который интегрирует методы и средства 3D-моделирования в образовательном процессе, который будет направлен на развитие инженерного мышления [10].

В работах Т.Ч. Хуанг, Ч.Ю. Лин было выдвинуто научное предположение о влиянии 3D-технологии на воображение, а также подготовку к профессиональной самореализации и развитие пространственного мышления [39]. Учащиеся формируют инженерную компетенцию и повышают качество усвоения учебного материала из-за возможности наблюдать и физически реагировать на модель. При развитии данной идеи, Е. Новак и С. Висдом выделяют возможности 3D-печати для формирования инновационного мышления или 3D-мышления [40].

При наличии разногласий в исследованиях отечественных и зарубежных авторов, появляется возможность в предположении о том, что для развития инженерного мышления преобладает потенциал 3D-технологии.

В условиях цифрового образовательного пространства, 3D-моделирование обладает инструментами и средствами для формирования технического творчества, которое предполагает готовность к исследовательской работе, креативность и ответственность.

1.3 Методика обучения инженерному творчеству в рамках реализации среднего общего образования, основного общего образования на уроках по 3D-моделированию

Был проведен анализ нормативных документов регламентирующий работу в образовательных учреждениях, таких как: Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ, Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования», Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» для получения информации о курсах, в которых включено изучение 3D-моделирования.

В соответствии с Федеральной рабочей программой основного общего образования по предмету «Технология» и «Информатика» для 5-9 классов в содержание образования включены основные теоретические и практические аспекты 3D-моделирования. При прохождении данного курса, учащиеся смогут получить представление и проработать с основными принципами 3D-моделирования, макетирования и прототипирования. В условиях оснащения образовательной организацией технической базой, ученики могут создать собственные 3D-модели, освоить основные инструменты 3D-редактора, изучить работу с программным обеспечением системы автоматизированного проектирования, познакомиться с применением трехмерных моделей в различных областях производства и управления [19].

Изучение основ 3D-моделирования и прототипирования также включено в рабочую программу среднего общего образования. Данная возможность позволяет ученикам освоить и улучшить навыки работы в 3D-моделировании, расширить и систематизировать знания, полученные в курсе основного общего образования. Из-за такого перехода изучения компьютерного моделирования, учащиеся смогут сознательно выбрать направление для дальнейшего обучения, саморазвития и творчества, а также профессионального роста. При заинтересованности учащихся и овладением инженерного мышления, появляется возможность беспрепятственного перехода подготовленных школьников в технические вузы, в последствии с успешной адаптацией в профессии, которое является ключевой задачей Министерства Просвещения и Образования Российской Федерации.

Инженерная деятельность опирается на этапы, которые были представлены выше в работе. Для развития базовых навыков в курс «Технология» в 2013 году был представлен первый опыт внедрения основ 3D-моделирования. В последствии был издан указ Президента Российской Федерации В.В. Путина № 204 от 07.05.2018, в котором было изложено о необходимости обновления содержания и совершенствования методов обучения предметной области «Технология». Основной смысл концепции в создании условий, которые были необходимы для формирования у учащихся технологической грамотности, критического и креативного мышления для дальнейшего перехода к новым приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации [12]. Актуальность изучения 3D-моделирования на уроках технологии обусловлена:

- развитием пространственного и логического мышления;
- улучшением навыков проектирования и конструирования;
- профориентационный эффект.

В рамках курса «Технология» появляется возможность пройти все стадии инженерного творчества через освоение модулей: «Компьютерная

графика», «Черчение», «3D-моделирование, прототипирование, макетирование», «Робототехника».

Согласно приказу Министерства Просвещения, Российской Федерации от 21.09.2022 года №858 федерального перечня учебников в 7-9 классах для обеспечения реализации ФГОС и обучения предмету «Информатика» были разработаны учебники Босовой Л. Л. [2-4].

Основным достоинством учебно-методической литературы А.Ю. Босовой, Л.Л. Босовой является преемственность с ФГОС основного общего образования, учитываются межпредметные связи, а также возрастные и психологические особенности школьников. Автор предложил подход в части структурирования учебного материала, очередность его изучения для формирования комплекса знаний, умений и способов деятельности, развития, социализации и воспитания учащихся. Передовые технологии в области цифровых технологий, которые определяют цифровую трансформацию большинства отраслей жизни, связываются со школьным курсом информатики. Для реализации поручения Президента Российской Федерации в образовательных организациях, автор скорректировал содержание образовательных программ общего образования на основе требований, обновленных ФГОС ООО и СОО [2-4].

В рабочей программе курса Л. Л. Босова представляет информацию о необходимости изучения курса «Информатика», которое направлено на развитие компетентностей необходимых для технологического профиля, ориентированного на производственную, инженерную и информационную сферу деятельности, курс обеспечивает возможность к подготовке единого государственного экзамена для учащихся, ориентированных на многие инженерные специальности.

В учебном пособии К.Ю. Полякова для достижения метапредметных результатов по требованиям ФГОС, таких как умение самостоятельно планировать пути достижения цели, в том числе альтернативные,

осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач, развитие алгоритмического мышления, необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе представлены проектные задания в учебнике 7-9 класса:

1. «Глава 5. Обработка графической информации».
2. «Глава 8. Мультимедиа».
3. «Глава 2. Кодирование информации».
4. «Глава 5. Подготовка электронных документов».
5. «Глава 1. Компьютерные сети».
6. «Глава 6. Алгоритмизация и программирование».
7. «Глава 3. Алгоритмизация и программирование».
8. «Глава. 4. Программирование» соответственно [34].

В среднем общем образовании в рамках курса «Информатики» в учебнике К.Ю. Полякова, вводится раздел «Трёхмерная графика», состоящий из шестнадцати уроков, которые направлены на освоение ключевых инструментов и техник моделирования, при этом учитываются полученные знания основного общего образования в курсе изучения «Технология». Учащимся, при изучении 3D-моделирования, постепенно предоставляют задачи по завершению различных проектов. Цель данного метода: расширить возможности по практическому применению приобретённого опыта и обеспечить усвоение и понимание 3D-моделирования. Учащиеся имеют возможность создать собственный проект и на практике продемонстрировать уровень своих знаний и навыков. Активная обратная связь по итогам реализации проектов, упростит усвоение материала [22].

Методика развития инженерного мышления обучающимися может быть реализовано не только в форме очных занятий, но и в режиме дистанционного обучения.

1.4 Обзор современных средств 3D-моделирования

В свободном доступе существует большое количество программ для работы с 3D-графикой. Программное средство было рассмотрено по нескольким критериям: платный/бесплатный сервис; наличие русскоязычного интерфейса; скорость работы; спектр инструментов; наличие материалов; возможность в создании собственных фигур и моделей; поддержка печати на 3D-принтере.

Autodesk Maya, широко рассматриваемая программная среда, как отраслевой эталон для трехмерной графики. В данной программе большой набор инструментов и функций, который чрезвычайно сложен и требует времени для обучения. Подходит для создателей видеоигр, так как Maya позволяет создавать и анимировать 3D-персонажей в реалистичном качестве. Кроме того, он позволяет создавать фотореалистичные ландшафты и сложные процедурные эффекты. Проанализировав среду моделирования, были выделены преимущества и изъяны.

Достоинства программы: огромный функционал, множество плагинов и обучающей информации.

Недостатки: длительное и сложное обучение, высокая цена, требуются серьезные обновления программы для пользователя.

Autodesk 3DS Max – компьютерная графическая программа для персонального компьютера 3D, используется для производства телевизионных и художественных фильмов. Программное обеспечение использует, как прямые манипуляции, так и процедурные методы моделирования для новичков. Также есть возможность настроить реальные точки обзора камеры и эффекты, добавляя больше глубины работе. Используя геометрическую привязку, модуль анимации позволяет перемещать объекты в разных направлениях и использовать вариации сетки и поверхности. Еще одной ключевой особенностью здесь является

богатая библиотека приложения. Есть доступ к широкому спектру шаблонного моделирования, эффектов и текстурирования [20].

3DS Max имеет профессиональный набор инструментов, цена на данную программу велика. Учащиеся могут получить программное обеспечение бесплатно, пробная версия доступна в течении 30 дней.

Возможности:

- в базовую программу заносят огромное количество готовых и предварительно настроенных 3D-моделей;
- многие плагины и функции доступны в бесплатной версии программы. Отдельные инструменты можно приобрести отдельно;
- ярко выраженная ориентация на объектную и архитектурную визуализацию;
- освоив программу для 3D-визуализации, учащиеся могут переключиться на профессиональные 3D-пакеты.

Tinkercad – онлайн-сервис и среда моделирования для работы с 3D-объектами и электронными схемами. Примечательными способностями считаются открытость, бесплатный доступ, широкие функциональные возможности редактора. В данной программе поддерживается групповая работа, обмен готовыми результатами, интеграция с популярными каталогами 3D-объектов и системы 3D-печати.

Достоинствами данной программы:

- геометрическое 3D-моделирование;
- простой интерфейс и комплекс занятий для начинающих;
- браузерное онлайн приложение;
- бесплатная программная среда.

Изъяном является то, что видео-уроки по работе в редакторе не переведены на русский язык.

Tinkercad состоит из следующих компонентов:

- редактор электронных систем;
- эмулятор работы основных электронных компонентов;

- эмулятор контроллера arduino;
- редактор скетчей, в том числе визуальный;
- система отладки и симулирования проектов с использованием arduino.

В последнее время широкую популярность приобрела программа Blender. Blender (Blender Foundation) – бесплатное 3D-программное обеспечение с открытым исходным кодом для анимации, моделирования, рендеринга и текстурирования, включающее набор инструментов, сравнимый с коммерческими программами 3D-моделирования, такими как Maya, 3Ds Max или Cinema 4D [6, 9]. Включает поддержку нескольких разрешений для моделирования. Кроме того, он поддерживает редактирование текстур, гибкую графику частиц, моделирование волос, одежды и физики в 3D-виде. Редактирование текстур на основе нод; нелинейный видеоредактор; и интегрированный движок разработки игр. Blender разработан под лицензией GNU GPL и доступен для большинства операционных систем, включая Windows, Mac OS X, Linux, BSD и Irix. Blender – единственное программное обеспечение для 3D-графики, которое поддерживает как суперкомпьютеры, так и карманные компьютеры (Pocket Blender).

Blender имеет репутацию сложного в использовании приложения, но его интерфейс со временем был рационализирован и значительно упрощен, и работа над Blender 2.7 продолжается. Раньше для большинства функций требовалось изучение сочетаний клавиш, но в настоящее время большинство функций также находятся в меню. Кроме того, в программе предусмотрена возможность поиска функции по названию.

Блендер в основном используется в разных режимах работы. Основными режимами работы являются объектный режим (object mode) и режим редактирования (edit mode), между которыми можно переключаться с помощью клавиши Tab. Другими режимами являются, например, режим скульптуры (скульптура) и раскраска вершин. В режиме объекта можно

редактировать местоположение и положение объекта, например, в режиме редактирования можно изменять форму объекта (например, в случае полигональных моделей – расположение различных угловых точек).

Еще одна важная особенность Blender – совместное использование рабочего пространства. Рабочее пространство разделено на части; например, вначале вы видите 3D-вид и панель инструментов редактирования, но это всего лишь виды среди прочих; их можно комбинировать, перераспределять и перепечатывать. Все виды редактируются с помощью одних и тех же команд, поэтому, например, панель инструментов можно масштабировать и панорамировать.

Blender поддерживает множество типичных 3D-объектов, таких как полигональные модели, дуги и поверхности NURBS.

Blender также имеет очень обширные инструменты для анимации 3D-моделей. Кроме того, он имеет встроенную поддержку скриптов, написанных на языке программирования Python, и встроенный игровой движок, который также поддерживает комплексное физическое моделирование. Программа имеет поддержку Open Shading Language (OSL).

Blender имеет два встроенных инструмента рендеринга: внутренний рендерер, который был включен с самого начала («Внутренний механизм рендеринга Blender»), и рендерер Cycles типа pathtracer, добавленный в версии 2.62. Blender Internal был заменен в версии 2.80 новым рендерером EEVEE. Кроме того, поддержка программы рендеринга YafRay также интегрирована непосредственно в пользовательский интерфейс. Однако прямая поддержка была прекращена с выходом версии 2.49, поскольку Yafaray, наследник YafRay, работает через скрипт. Blender также поддерживает экспорт 3D-моделей в другие программы и средства визуализации, а также импорт моделей из многих других программ; поддерживаемыми форматами файлов являются, например, формат COLLADA и Wavefront. Blender (Blender Foundation) – бесплатное

3D-программное обеспечение с открытым исходным кодом для анимации, моделирования, рендеринга и текстурирования, включающее набор инструментов, сравнимый с коммерческими программами 3D-моделирования, такими как Maya, 3Ds Max или Cinema 4D. Включает поддержку нескольких разрешений для моделирования. Кроме того, он поддерживает редактирование текстур, гибкую графику частиц, моделирование волос, одежды и физики в 3D-виде. Редактирование текстур на основе нод; нелинейный видеоредактор; и интегрированный движок разработки игр. Blender разработан под лицензией GNU GPL и доступен для большинства операционных систем, включая Windows, Mac OS X, Linux, BSD и Irix. В.

Возможности:

- система частиц;
- режим лепки;
- редактор видео;
- написание сценариев;
- полигональное моделирование, поддержка разнообразных геометрических примитивов, сплайны, кривые и поверхности;
- встроенные механизмы рендеринга и интеграция со сторонними визуализаторами.

Достоинства:

- бесплатная программа;
- возможность анимирования персонажа;
- современный и гибкий инструментарий создания анимации;
- возможность быстрого и качественного создания реалистичных визуализаций.

Недостатки:

- не имеет русскоязычного меню;
- интерфейс сложен в изучении;
- логика редактирования элементов сложная.

Существуют довольно много курсов по 3D-моделированию. Например, назовем три популярных курса по 3D-моделированию для Blender, доступных на русском языке.

Курс по Blender от Udey. Этот курс охватывает все основные аспекты работы в Blender, включая моделирование, текстурирование и анимацию. Он подходит как для начинающих, так и для более опытных пользователей.

Курс «Blender 3D: от новичка до профессионала». Данный курс предлагает глубокое погружение в Blender, начиная с основ и заканчивая созданием сложных проектов. Он включает в себя практические задания и проекты.

Курс на платформе Skillbox. Skillbox предлагает курс, который фокусируется на 3D-моделировании и анимации в Blender. Он включает в себя теоретические и практические занятия, а также поддержку от преподавателей.

Большинство из них имеет схожую структуру. Перечислим несколько ключевых компонентов, которые, по нашему мнению, дадут обучающимся освоить необходимые навыки и техники. Следующие элементы, которые могут быть включены в такой курс:

1. Введение в Blender:

- знакомство с интерфейсом программы;
- основные инструменты и их функции.

2. Основы 3D-моделирования:

- создание простых объектов;
- работа с примитивами и их модификация.

3. Текстурирование и материалы:

- применение текстур к моделям;
- настройка материалов для достижения реалистичного вида.

4. Освещение и рендеринг:

- основы освещения в сцене;

- настройка рендеринга для получения финальных изображений.

5. Анимация:

- основы анимации объектов;
- создание простых анимационных сцен.

6. Проектная работа:

- разработка собственного проекта, где обучаемые могут применить все изученные навыки.

7. Обратная связь и доработка:

- обсуждение проектов с преподавателем и однокурсниками;
- внесение изменений и улучшений на основе полученной обратной связи.

Безусловно, эта структура может изменяться в зависимости от уровня курса (начальный, средний, продвинутый) и целей обучения.

Выводы по первой главе

При изучении методической и специальной литературы отечественных и зарубежных авторов были выполнены поставленные задачи. В первом параграфе определено понимание инженерного творчества, как системное техническое мышление, которое совмещает в себе аспекты логической, конструктивной, экономической, исследовательской и творческой деятельности. Особое внимание исследователи уделяют необходимости гибкости решения и умением адаптироваться, создавая высокотехнологические продукты, которое достигается в формировании навыков, способствующих правильному суждению в нестандартных ситуациях, умением вовремя реагировать на внешние условия и применять накопленные знания для выполнения задач и поставленных результатов.

Инженерное мышление направлено на решение проектных, ситуационных задач или проектно-ориентированных, которые составлены по форме и содержанию к «реальной» ситуации или описывают ее из

окружающей среды. Данные задачи помогают сформировать этический посыл о том, что инженерия занимается решением проблем и улучшением жизни людей, который возможно использовать в образовательном процессе и педагогической деятельности.

Для проведения уроков, выделяют проектный метод, как вспомогательный инструмент для раскрытия междисциплинарного характера. Метод не ограничен одной предметной областью и дает возможность учащимся решать поставленные задачи в команде и развивать критическое мышление, данные навыки имеют особую значимость в обучении.

Так же выделяется сформированность критического мышления на уроках информатики при реализации информационной безопасности, так как в период технологического прогресса информация о разных отраслях жизни представлена в свободном доступе Интернет и учащие должны уметь критически оценивать сведения на достоверность, столкнувшись с более тщательным и подробным изучением критериев и факторов, которые влияют на рассмотрение вариантов решения, синтезом идей и характеристик для более широкого использования системного мышления и решение поставленных задач.

В работе была рассмотрена системность развития инженерного мышления в образовательном процессе. В начальном общем образовании обучающиеся владеют минимальным объемом знаний, необходимым для понимания сущности изучаемого объекта и осознания, связанных с ним явлений, поэтому создают нереалистичные идеи, так как им еще трудно найти закономерности [17]. В среднем общем образовании, учащиеся реализуют конкретные прототипы, на основе уже готовых инженерных проектов. И обучающиеся в старшем общем образовании самостоятельно разрабатывают сложные проекты, создавая прототипы и проводя анализ [31].

Во втором параграфе рассмотрены проблемы развития инженерного мышления в образовательной деятельности. В зависимости от предметной деятельности авторов был выделен превалирующий аспект формирования технологической компетентности. Основным подходом в обучении был выделен деятельностный, в основе которого лежит совершенствование инженерных и сквозных навыков. Данный метод вовлекает учащихся в выполнение и размышлений собственных действий. Характерными чертами данного подхода является совместная деятельность педагогов и обучающихся, а также использование запаса знаний при решении задач с практическим содержанием.

Были выделены основные этапы инженерного творчества, такие как критическое осмысление задачи и ее формулировка, начало реализации технической идеи, при котором требуется поиск решения заданных условий, разработка, конструирование, воплощение изобретения в новом техническом объекте, которые возможно реализовать при освоении навыка 3D-моделирования и решением задач со специализированным программным обеспечением, развивая пространственное мышление и способности критического мышления и креативности.

При изучении методических разработок, появляется возможность в предположении о том, что для развития инженерного мышления преобладает потенциал 3D-технологии и робототехники. Так же было выявлено, что 3D-моделирование обладает инструментами и средствами для формирования технического творчества.

Используя методы и подходы инженерного проектирования, формируя инженерное мышление, преподаватель может обеспечить прочную и хорошо развитую основу для моделирования и отработки всех ключевых навыков для будущего специалиста.

В третьем параграфе был проведен анализ нормативных документов, регламентирующих работу в образовательных организациях, совокупность знаний о принципах, содержании, методах, средствах и формах

организации учебно-воспитательного процесса по дисциплинам «Информатика» и «Технология».

Для развития инженерного и критического мышления в курсы дисциплин были включены практические задания, которые помогают овладеть необходимыми навыками, выделенными в прошлых параграфах.

В содержание рабочей программы включены основные теоретические и практические аспекты 3D-моделирования. При прохождении курса основного общего образования, учащиеся смогут получить представление и поработать с основными принципами и инструментами 3D-моделирования, макетирования и прототипирования.

В реализации рабочей программы достигаются метапредметные результаты по требованиям ФГОС, такие как умение самостоятельно планировать пути достижения цели, в том числе альтернативные, осознанно выбирать наиболее эффективные способы решения учебных и познавательных задач, развитие алгоритмического мышления, необходимого для профессиональной деятельности в современном обществе.

Учащимся, при изучении 3D-моделирования, постепенно предоставляют задачи по завершению различных проектов. Цель данного метода: расширить возможности по практическому применению приобретённого опыта и обеспечить усвоение и понимание 3D-моделирования. Учащиеся имеют возможность создать собственный проект и на практике продемонстрировать уровень своих знаний и навыков. Активная обратная связь по итогам реализации проектов, упростит усвоение материала. Таким образом ученики овладеют набором компетентностей необходимых для технологического профиля, ориентированного на производственную, инженерную и информационную сферу деятельности.

В четвертом параграфе были проанализированы основные среды 3D-моделирования и выделено программное приложение «Blender» для

дальнейшего использования в учебном приложении. Основные особенности программной среды «Blender», такие как: бесплатное программное обеспечение, понятный и доступный интерфейс, необходимые инструменты, совместное использование рабочего пространства и нескольких режимов, помогут в освоении базовых возможностей работы в 3D-редакторе. Для дальнейшего использования, так же была приведена примерная программа по компьютерной графике.

Изученная информация помогла раскрыть дальнейшие возможности для достижения поставленной цели работы и скорректировать действия при реализации задач.

ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ТВОРЧЕСТВА

2.1 Разработка учебной программы изучения 3D-моделирования для развития инженерного мышления

Для качественного проведения занятий необходимо выбрать 3D-редактор, подходящий по функционалу и отвечающий всем запросам пользователя. Опираясь на первую главу данной работы, был выбран Blender (Blender Foundation). Выбор обусловлен тем, что это свободное и открытое программное обеспечение, что дает возможности в работе.

Перед решением инженерным задач, учащиеся должны изучить программную среду. Основываясь на примерной программе по компьютерной графике выделены основные виды навыков работы с Blender, которые должен изучить ученик:

- ориентироваться в основном редакторе компьютерной графики;
- уметь создавать основные 3D-фигуры;
- манипулировать основными 3D-фигурами, такими как перемещение, вращение, изменение размеров;
- получить практические навыки по созданию и настройке материалов и текстур.

В рамках данной работы разработана рабочая программа дополнительных занятий, направленная на изучение инженерного творчества и прохождением его этапов, посредством работы в 3D-редакторе и приобретением навыков работы в данной среде. Программа рассчитана на учащихся 9 класса и включает 34 урока. Курс строится на изученной информации на уроках «Технологии» и «Информатике». Деятельный подход выбран, как основной. По итогам работы, учащиеся выполняют проектную работу и получают обратную связь от преподавателя. Основной акцент сделан на формирование навыков,

способствующих правильному суждению в нестандартных ситуациях, умением вовремя реагировать на внешние изменения и применять накопленные знания технологической компетентности. Используя методы и подходы инженерного проектирования, будут формироваться критическое, логическое, конструктивное, исследовательское, творческое мышление, которые необходимы в работе инженера.

Составленная программа, которую можно увидеть в таблице 1, рассчитана на 34 занятия, каждое из которых имеет продолжительность в 1 академический час.

Цель курса: Развитие и формирование навыков инженерного творчества учащихся через проектирование и создание 3D-моделей в программной среде Blender.

Задачи:

- освоение базовых и продвинутых инструментов Blender;
- формирование навыков проектирования объектов с учетом инженерных принципов (функциональность, эргономика, эстетика);
- развитие умения работать в проектной команде;
- применение знаний из школьных курсов технологии («Компьютерная графика», «Черчение», «3D-моделирование, прототипирование, макетирование», «Робототехника») и информатики («Компьютерная графика», «Алгоритмы», «Логика»);
- научиться применять 3D-моделирование для решения проектно-технических задач.

Методы и формы работы:

- практические задания с пошаговым руководством;
- мини-проекты (Например, моделирование робота-помощника);
- групповая работа над готовым проектом (Например, «Умный дом»).

Критерии оценки:

- техническая сложность модели;

- соответствие инженерным требованиям;
- качество визуализации и презентации;
- умение аргументировать выбор решений.

Таблица 1 – Тематическое планирование

№ раздела	Наименование разделов	Наименование тем программы	Количество часов
1	Введение в 3D-моделирование	Техника безопасности. Введение в 3D-моделирования. Основы инженерного творчества	4
2		Blender-как среда 3D-моделирования	
3		Основы редактирования объектов	
4		Введение в рендеринг	
5	Основы моделирования	Простые геометрические формы (куб, сфера, цилиндр) и их трансформация	8
6		Полигональное моделирование: вершины, ребра, грани	
7		Модификаторы (Subdivision Surface, Boolean)	
8		Создание технических объектов (например, шестерёнка, детали конструктора)	
9	Работа с материалами и текстурами	Настройка физически корректных материалов (металл, пластик)	6
10		UV-развёртка и наложение текстур	
11		Основы освещения и рендеринга	
12	Инженерное проектирование	Анализ технических задач из школьного курса физики, математики и других дисциплин	10
13		Анализ технических задач из ОГЭ и ЕГЭ	
14		Анализ технических задач (например, создание модели моста, механизма)	
15		Расчёт пропорций и масштабирования	
16		Оптимизация модели для 3D-печати (проверка на «водонепроницаемость», толщина стенок)	
17	Анимация и презентация проекта	Базовые ключевые кадры	3
18		Создание видео презентации проекта.	

Продолжение таблицы 1

№ раздела	Наименование разделов и тем программы	Наименование тем программы	Количество часов
19	Защита проектов	Публичная презентация работ с обоснованием инженерных решений	3

Общая характеристика курса дополнительного образования.

Курс дает представление обучающимся работы инженерного проектирования с использованием системы автоматизированного проектирования в программном обеспечении для создания 3D-графики, при этом:

- расширяются инженерные компетенции учащихся;
- учащиеся получают опыт постановки инженерных задач и заданий по созданию чертежей и моделированию, а также опыт избрания средств для решения задач;
- форма организации уроков способствует повышению мотивации и активизации внимания обучающихся на основе здоровьесберегающих технологий организации учебного процесса, предусмотрены коллективные формы работы;
- курс дает возможность подготовить учеников к соревнованиям в конкурсах и олимпиадах по различным номинациям, включая компьютерное, конструирование, прототипирование, черчение, инженерный и промышленный дизайн;
- курс дает возможность подготовить учащихся к государственным экзаменам и ознакомить их с заданиями по техническим дисциплинам;
- изучается технологическая практика освоения очередность сборочных операций и моделирования в программе Blender.

Формы подведения итогов реализации программы курса.

Контроль качества обучения предусматривает фронтальную форму, групповую, индивидуальную и самоконтроль обучающегося. Контролирующая, развивающая, обучающая, и воспитывающая функции так же включены в текущий контроль качества. Оценивание компетенции

обучающихся проводится через тестирование, устные опросы, самостоятельные работы и умение работать с программным обеспечением Blender.

По итогам работы, учащиеся выполняют проектную работу в соответствии с поставленными задачами и правилами оформления конструкторской документации, последние 3 урока посвящены подготовки обучающихся к защите.

Проверка теоретических знаний и практических навыков проводится индивидуально в ходе выполнения графических работ и заданий.

Особенность методики проведения занятий.

В зависимости от уровня подготовки обучающихся для проведения занятий может быть выбрана любая форма, как индивидуальная, так и групповая. Учитывается разноуровневость предварительной подготовки учащихся по данному направлению, для предотвращения возникающих проблем, в виде сложности и большого объема материала для школьников, можно использовать дифференциальный подход обучения (обучающиеся разделяются на подгруппы с учетом их подготовки и особенностями восприятия информации) вместе с коллективной работой.

Место курса дополнительного образования «Инженерное творчество в 3D-моделировании» в учебном плане:

Учебный план не предусматривает обязательное изучение курса. Образовательная организация может выделить время за счет части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Программа составлена из расчета общей учебной нагрузки 34 часа по 1 часу в неделю, что было сказано выше.

Рабочая программа «Инженерное творчество в 3D-моделировании» представлена в приложении 1. Тематическое планирование, представленное в приложении 2, спланировано на основе изученной информации в первой главе, а также с учетом ФГОС.

2.2 Методические рекомендации по реализации курса

1. Организация занятий:

- использовать деятельностный подход: каждое занятие начинать с постановки проблемы (например, «Как спроектировать устойчивую конструкцию?»);

- сочетать индивидуальную работу (отработка инструментов Blender) и групповую (обсуждение идей, проектирование).

2. Работа в Blender:

- вводить инструменты постепенное: первые 2-3 урока – только базовые операции (перемещение, масштабирование);

- использовать готовые бесплатные ассеты (например, текстуры с сайта) для экономии времени;

- рекомендовать ученикам сохранять промежуточные версии моделей (для анализа ошибок).

3. Подготовка учебных материалов:

- разработайте конспекты занятий, инструкции, видеоуроки и презентации;

- подготовьте примеры моделей и проектов для демонстрации.

4. Сочетании теории и практики:

- теоретическую часть сочетайте с практическими заданиями;

- после каждого теоретического блока давайте учащимся возможность применить знания на практике.

5. Индивидуальный и групповой подход:

- учитывать уровень подготовки учащихся очень важно: для новичков необходимо предусмотреть дополнительные инструкции, для школьников хорошо владеющими основными навыками работы – более сложные задачи;

- использовать групповые проекты для развития навыков командной работы.

6. Методы и приемы обучения:

– активные методы обучения: рекомендуется использовать проблемные задачи, кейсы и реальные примеры из инженерной практики.

Поощрение самостоятельного поиска решения или экспериментов;

– наглядность: Демонстрация примеров моделей, процесс их создания и готового проекта, возможно использовать видеоролики или пошаговые инструкции, заранее подготовленные перед началом курса;

– обратная связь: Регулярная проверка работ учащихся, предоставление конструктивных комментариев. Организация промежуточных просмотров работ, чтобы учащиеся могли делиться своими успехами или наоборот неудачами.

7. Проектная деятельность. Этапы работы над итоговым проектом:

– эскизирование (наброски на бумаге или в графическом редакторе);

– 3D-реализация (согласование черновиков с учителем);

– тестирование (проверка модели на «сборку» или печать);

– рефлексия (опрос: «Чтобы вы улучшили?»).

8. Мотивация учащихся:

– конкурс на самую красивую модель;

– бонусные баллы за нестандартные решения;

– организовать выставку работ в школе или на сайте образовательного учреждения;

– собрать информацию об ближайших олимпиадах и предложить реализовать проект для участия. (Некоторые олимпиады предлагают отличные призы или возможность поступления на бюджетную основу обучения).

9. Технические рекомендации:

– для слабых компьютеров использовать упрощенные настройки рендеринга (Eevee вместо Cycles);

- предусмотреть облачное хранилище для обмена файлами.

10. Интеграция с другими предметами:

– связь с технологией: расчет параметром модели на основе реальных материалов (например, прочность пластика);

- связь с информатикой: объяснение алгоритмов рендеринга.

Основ с графическими процессорами;

– связь с математикой: реализация анализа, генерация идей и оптимизация решений поставленных задач;

– связь с физикой: навыки моделирования явлений, анализ условий, оценки и исправления действий, а также соотношение модели с реальностью.

Пример итоговых достижений учащихся:

– создание и защита индивидуального или группового проекта, включающего 3D-модель и ее физическое воплощение;

– умение презентовать свои работы, объясняя этапы создания и особенности модели;

– понимание возможностей применения 3D-моделирования в различных сферах, в том числе в инженерии.

Пример итогового проекта.

Задание: создать модель «Умной теплицы» с автоматическим поливом.

Этапы:

- моделирования каркаса (учет нагрузки опоры);
- добавление функциональных элементов (датчики, трубы);
- визуализация системы (анимация потока воды).

11. Оценка результатов:

Необходимость в разработке четких критериев оценивая важна. Не забывайте учитывать процесс работы, а не только результат.

12. В конце модуля уроков возможно проведение итогового обсуждения, где учащиеся смогут поделиться своими впечатлениями.

13. Пример структуры занятия:

- введение (5-10 минут): Постановка цели, задачи, объяснение темы;
- теоретическая часть (10-15 минут): Объяснение материала;
- практическая часть (20-30 минут): Выполнение задания;
- итог (5-10 минут): Обсуждение результатов, ответы на вопросы.

2.3 Разработка рекомендаций по реализации задач для рабочей программы

Для реализации и оптимизации процесса учебной деятельности по курсу дополнительного образования «Инженерное творчество при 3D-моделировании» необходимо заранее подготовить комплекс задач. В первой главе было рассмотрено инженерное мышление, которое направлено на решение проектных, ситуационных или проектно-ориентированных заданий. Углубленное изучение математики, физики, информатики и других предметов в школе способствуют развитию технического мышления, при использовании 3D-моделирования данный эффект усиливается. Учащиеся смогут не только представить и построить чертеж для работы, но и визуализировать его в модели. В данном параграфе будет предложено несколько типовых заданий для реализации курса. Также даны цели рассматриваемой задачи и инструменты необходимые для ее реализации в программном обеспечении Blender.

В программной среде Blender можно построить как простые, так и сложные объекты. Далее в таблице 2 приведены примеры задач на построение объектов разного уровня сложности, которые можно использовать для учащихся на уроках дополнительного образования разработанной рабочей программы «Инженерное творчество в 3D-моделировании». В таблице выделено название задачи, ее формулировка, цель, а также инструменты, которые используются для реализации модели в 3D-редакторе Blender.

Таблица 2 – Задачи на построение объектов

№	Название	Задача	Цель	Инструменты
Раздел 1. Создание простых объектов				
1	Создание примитивов	Создать куб, сферу, цилиндр и конус	Освоить интерфейс Blender и инструменты добавления примитивов	Shift + A (добавить объект)
2	Модификация примитивов	Изменить форму куба, сделав его прямоугольным параллелепипедом	Освоить режим редактирования Tab и инструменты масштабирования S, перемещения G и вращения R	Инструменты масштабирования S, перемещения G и вращения R
3	Моделирование чашки	Создать чашку с ручкой	Освоить инструмент Spin для создания вращательных форм	Spin, редактирование вершин и ребер
5	Создание книги	Смоделировать книгу с обложкой и страницами	Научиться работать с текстурами и простыми формами	Добавление плоскостей, масштабирование, текстурирование
Раздел 2. Проекты среднего уровня сложности				
1	Моделирование стула	Создать стул с ножками, спинкой и сиденьем	Освоить работу с модификаторами (например, Mirror для симметрии)	Mirror, Bevel, редактирование сетки
2	Создание лампы	Смоделировать настольную лампу с абажуром и основанием	Научиться создавать сложные формы и использовать кривые	Кривые (Curve), модификатор Subdivision Surface
3	Создание робота	Смоделировать простого робота с головой, туловищем и конечностями	Научиться комбинировать объекты и использовать модификаторы	Boolean, Array, Mirror
4	Моделирование здания	Создать простой дом с окнами, дверью и крышей	Освоить работу с текстурами и UV-разверткой	UV-редактор, текстурирование
Раздел 3. Сложные объекты				
1	Моделирование самолета	Создать модель самолета с крыльями, оперением и двигателями	Освоить аэродинамические формы и детализацию	Subdivision Surface, Boolean, Mirror

Продолжение таблицы 2

№	Название	Задача	Цель	Инструменты
2	Создание интерьера комнаты	Смоделировать комнату с мебелью, окнами и освещением	Научиться работать с большими сценами и текстурами	UV-развертка, материалы, освещение. Практическое применение методики и ее результаты
3	Моделирование автомобиля	Создать модель автомобиля с детализированным кузовом, колесами и интерьером	Освоить сложное моделирование и работу с кривыми	Subdivision Surface, Sculpt Mode, кривые
Раздел 4. Творческие задачи				
1	Моделирование города будущего	Создать футуристический город с небоскребами	Освоить работу с большими сценами и детализацией	Array, Modifiers, текстурирование
2	Моделирование робота-трансформера	Создать робота, который может трансформироваться в транспортное средство	Освоить сложное моделирование и анимацию	Rigging, Animation, Constraints

Эти задачи помогут учащимся освоить программное обеспечение и развить навыки 3D-моделирования, начиная с простых и заканчивая сложными.

Для учащихся 9 класса инженерные задачи, реализованные через 3D-моделирование, должны быть достаточно простыми, но при этом интересными и познавательными. Они должны сочетать в себе элементы проектирования, анализа и творчества. При ознакомлении с заданиями обязательно необходимо проговаривать с учащимися для чего изучается данная тема, какие законы и правила действуют при создании объекта, какие формулы необходимо учитывать. Таким образом они смогут увидеть физические процессы, которые сложно представить в реальности, проведут виртуальные эксперименты без ограничений реального оборудования, смогут быстро рассчитать и провести анализ с помощью встроенных инструментов, а также смогут создать собственную модель и исследовать ее. Рассмотрим задачи в таблице 3.

Таблица 3 – Технические задачи

№	Название	Цель	Задачи
Раздел 1. Механика			
1	Движение тела под углом к горизонту	Визуализировать изменение скорости и ускорения в разных точках траектории	Создать 3D-модель траектории полета тела, учитывая начальную скорость, угол и сопротивление воздуха
2	Движение по наклонной плоскости	Провести анализ зависимости ускорения от угла наклона и коэффициента трения	Смоделировать движение тела по наклонной плоскости с учетом силы трения
3	Колебания маятника	Исследовать зависимость периода колебаний от длины маятника и амплитуды, освоить основы физики и анимации	Создать 3D-модель математического или физического маятника
Раздел 2. Оптика			
1	Задачи на геометрическую оптику	Исследовать зависимость положения и характера изображения от расстояния до объекта	Смоделировать ход лучей через собирающую и рассеивающую линзы
2	Отражение и преломление света	Проверить выполнение закона Снеллиуса	Создать модель отражения света от зеркала и преломления на границе двух сред
Раздел 3. Термодинамика			
1	Теплопроводность	Исследовать распределение температуры вдоль стержня	Создать 3D-модель стержня с разной температурой на концах
2	Изопроцессы	Исследовать изменение давления, объема и температуры при изотермическом, изобарном и изохорном процессах	Создать модель газа в цилиндре с поршнем
Раздел 4. Электродинамика			
1	Поле точечного заряда	Визуализировать силовые линии и эквипотенциальные поверхности	Создать 3D-модель электрического поля точечного заряда
2	Цепи постоянного тока	Провести анализ распределения тока и напряжения	Создать 3D-модель электрической цепи с резисторами, конденсаторами и источниками тока
Раздел 5. Квантовая физика и атомная физика			
1	Модель атомов	Визуализировать переходы электронов между уровнями	Создать 3D-модель атома с электронными орбиталями
Раздел 6. Гидродинамика			
1	Течение жидкости в трубе	Исследовать зависимость скорости течения от давления и диаметра трубы	Создать 3D-модель трубы с разным диаметром

Продолжение таблицы 3

№	Название	Цель	Задачи
2	Закон Бернулли	Смоделируйте поток жидкости через сужение	Визуализировать изменение давления

Рассмотрим проектно-технические задачи, направленные на понимание применения 3D-моделирования в реальной жизни на примере инженерии в строительстве, медицине, дизайне в таблице 4.

Эти задачи помогут учащимся развивать инженерное мышление, творческий подход и навыки работы инженера. Реализуется поэтапное решение проблемы: накопление знаний и формулировка инженерной задачи, предварительная постановка задачи, поиск технических идей, решений, физических принципов, выбор наилучших технических решений, анализ технико-экономической эффективности показателей технических решений и оценки перспектив внедрения.

Таблица 4 – Инженерные задачи

№	Раздел	Задача	Цель
1	Проектирование простых механизмов (моделирование рычажного механизма)	Создать модель рычага, который преобразует движение (например, подъем груза)	Понять принцип работы рычагов и их применение
2	Строительство и архитектура (создание модели здания)	Спроектировать здание с учетом эстетики и функциональности	Познакомиться с основами архитектурного проектирования
3	Транспорт и машиностроение (создание модели автомобиля, самолета)	Спроектировать упрощенную модель автомобиля или самолета с крыльями и хвостовым оперением	Познакомиться с основами аэродинамики
4	Энергетика (моделирование ветрогенератора)	Спроектировать лопасти ветрогенератора	Изучить принципы преобразования энергии ветра
5	Промышленный дизайн (моделирование мебели)	Спроектировать стул или стол	Познакомиться с основами дизайна и прочности конструкций
6	Робототехника (моделирование робота-манипулятора)	Создать упрощенную модель робота с подвижными элементами	Изучить основы кинематики роботов
7	Биомедицинская инженерия (моделирование протеза руки)	Создать упрощенную модель протеза с подвижными пальцами	Изучить основы биомеханики

2.4 Практическое применение методики и ее результаты

Составленная методика применяется на базе МБОУ «СОШ №107 г. Челябинска» в 2024-2025 учебном году. Учебная группа дополнительных занятий включает в себя 15 учеников девярых классов с базовым уровнем знаний по теме «3D-моделирования и прототипирование» и технических навыков.

Цель: проверить эффективность разработанной программы и методики обучения.

Суммарно было проведено 23 занятия, пример конспекта занятий и технологическую карту можно увидеть в приложении 3, так же представлены примеры работ учащихся.

В начале изучения раздела «Введение в 3D-моделирование» и при ознакомлении с последующими разделами, учащиеся проходили контроль знаний, вопросы были направлены на оценку понимания технических аспектов и развития инженерного мышления, креативности и практических навыков. Как выглядело анкетирование можно увидеть в приложении 4.

В таблице 5 представлены результаты письменного контроля, который учащиеся писали до прохождения курса и в текущий момент, чтобы оценить эффективность, выявить возможные проблемы и внести необходимые корректировки в занятия, а также узнать, влияют ли уроки на развитие навыков инженерной технологии и инженерного мышления и заинтересованы ли школьники в профессиональной деятельности данного направления. В таблице указано количество учащихся верно ответивших на вопрос.

Таблица 5 – Результаты входного и текущего контроля знаний

Вопрос №	Входные	Текущие результаты
1	8	14
2	6	12
3	2	14

Продолжение таблицы 5

Вопрос №	Входные	Текущие результаты
4	0	10
5	5	14
6	3	8
7	0	7
8	2	9
9	7	11
10	3	8
11	7	11
12	5	12

В таблице 6 представлены результаты анкетирования, которое проводилось для получения обратной связи, его можно увидеть в приложении 5. Ответы были округлены до десятых.

Таблица 6 – Результаты анкетирования учащихся

Вопрос №1	Входной результат	Текущий результат
1	3.1	4.7
2	3.6	2.4
3	3.2	1.9
4	1.2	4.1
5	3.9	4.7
6	4	4.7
7	1.7	3.9
8	1.1	3.8
9	3.3	4.3
10	2.2	4.6
11	3.5	4.2
12	2.1	4.5
13	0.8	4.1

Было определено насколько уроки соответствуют возрасту и уровню подготовки учащихся. Проверено достигаются ли поставленные цели. Выявлены технические и методические трудности.

Результаты анализа таблицы 5:

1. Количество верно ответивших учеников увеличилось в два и более раза, что показывает на эффективность разработанной учебной программы. Каждый урок был нацелен на актуализацию и проверку изученных знаний. После уроков с учениками проводилась рефлексия, чтобы учесть желания учащихся, выявить недочеты и исправить их к следующему занятию для реализации цели и задач поставленной рабочей программы. Эффективность методики в развитии инженерно-технологических навыков подтверждается.

2. На 1, 2, 9, 10 вопрос процент при изначальных 40 % и текущих 67 %. правильно ответивших учеников увеличился на 28 %. Теоретические знаниями овладели более половины учащихся. В данный момент курс был пройден не полностью, поэтому до сих пор возникают некоторые проблемы в ответах. Необходимость в постоянном проведении актуализации знаний остается, а также в применении накопленных знаний в защите проверочных работ. На 9 вопрос ответило на 25% больше учеников. Умение применять 3D-моделирование для решения проектно-технических заданий является одной из задач данного курса. Задания подбирались в зависимости от темы урока, которую изучали учащиеся на других дисциплинах.

3. На 3, 4, 5, 8 вопрос, посвященный раскрытию практических навыков учащихся в 3D-моделировании и развитием навыков проектирования с учетом инженерных принципов. Изначально на вопросы ответило 15 % учащихся, по текущему контролю прирост составил 64 % и теперь 79 % школьников могут дать верный ответ, что так же указывает на эффективность рабочей программы и возможность ее реализации в курсе внеурочной деятельности.

4. На вопросы 6, 7, 11, 12 верных ответов было в два с половиной раза больше. Большинство учащихся улучшили навыки проектирования объектов с учетом инженерных принципов, понимают работу в команде. Несмотря на низкие показатели ответов, реализация поставленной задачи

продолжается. В данный момент проведены не все практические работы, учащиеся только подготавливаются к разработке индивидуального проекта.

Результаты анализа таблицы 6:

1. В начале прохождения курса «Инженерное творчество в 3D-моделировании», анкетирование показало низкие результаты. В текущий момент большинство учащихся более заинтересованы в развитии и получении навыков 3D-моделирования и инженерно-технического творчества.

2. На 1, 3, 5, 7, 8, 9 вопросы входной результат был 3.1, 3.2, 3.9, 1.1, 3.3 соответственно. Большинство учащихся не были заинтересованы в занятиях или же им бы хотелось больше практических работ по определенным темам, так как у них были развиты разные уровни навыков 3D-моделирования из курса «Информатики» и «Технологии». Для того чтобы заинтересовать обучающихся было предложено работать в команде и достигать общие цели, а также предоставлялись задания разного уровня, которые соответствовали способностям ученика, таким образом применялся дифференцированный подход обучения. В текущий момент по результатам анкетирования данные вопросы набрал 4.7, 1.9, 4.7, 3.9, 4.3 соответственно, что показывает интерес учащихся к курсу внеурочных занятий.

3. На 2, 4, 10 вопросы, который были направлены на умение применять освоенные навыки для построения 3D-модели, были предоставлены низкие результаты – 2.3. У обучающихся возникали сложности в работе с программным обеспечением, уделялось большое внимание обратной связи. Ученикам было необходимо не только показать выполненное задание, но и рассказать поэтапные действия своей работы, чтобы закрепить материал. На текущий момент показатели значительно улучшились, но у обучающихся все равно возникают сложности. На 2 вопрос «Возникают ли у вас проблемы при создании 3D-модели, где 1 – «однозначно нет», а 5 – «однозначно да», ответ показал 2.4 балла. На 4 и 10 вопрос показатели были 4.1 и 4.6 соответственно.

4. Входные и текущие результаты по 6 вопросу показали высокие результаты, материал выданный на уроке был полезным для учеников.

5. В 11 вопросе школьники оценивали свой прогресс после первого и текущего урока, изначально балл был 3.5, но с проведением большей части уроков он стал 4.2, что подтверждает прошлые выводы результатов.

6. В последних вопросах 12 и 13 был сделан акцент на будущее профессиональное развитие в инженерно-техническом направлении. Мотивация учащихся, использовать приобретённые навыки в курсе занятий, была внешней и представляла участие ради интереса, а не для развития. Однако, высокий балл, на текущий момент времени свидетельствует о изменении решения.

На уроках присутствовали методист образовательных программ и заведующий учебно-воспитательной частью, заместитель директора среднего и старшего звена МБОУ «СОШ № 107 г. Челябинска», которые также предоставляли оценку и критику проведенных занятиях по курсу дополнительного образования и выявляли положительные и отрицательные стороны научной работы. На основании этого учебная программа реализуется и получает положительные результаты.

Выводы по второй главе

Во второй главе проведена работа по разработке рабочей программы «Инженерное творчество в 3D-моделировании», методических рекомендаций, рекомендаций по реализации задач для учебной программы и апробации.

Первый параграф второй главы был посвящен разработке учебной программы изучения 3D-моделирования. Для реализации курса было выбрано программное обеспечение Blender, рассмотрена примерная учебная программа по компьютерной графике были выделены навыков работ, которые должен изучить ученик: ориентироваться в редакторе,

умение создавать и манипулировать основными 3D-фигурами, развить практические навыки по созданию и настройке материалов и структур. Курс развивает инженерное мышление и творческие способности через 3D-моделирование в Blender. Учащиеся освоят инструменты Blender, проектирование с учетом инженерных принципов, командную работу и применение знаний по технологии и информатике. Обучение включает практические задания, мини-проекты (например, робот-помощник) и групповой проект («Умный дом»). Оценка основана на технической сложности модели, соответствии инженерным требованиям, качестве визуализации и аргументации решений. Курс обучает инженерному проектированию в 3D-графике, расширяя инженерные компетенции учащихся. Они учатся ставить задачи, создавать чертежи и модели, выбирать средства решения, работают в коллективе, используя здоровьесберегающие технологии. Курс готовит к соревнованиям и государственным экзаменам по техническим дисциплинам, включая практику работы в Blender. Оценка обучения включает фронтальный, групповой, индивидуальный контроль и самоконтроль, сочетая контролирующие, развивающие и обучающие функции. Используются тестирование, устные опросы, самостоятельные работы и работа с Blender. Завершающий проект и подготовка к защите (3 урока) оценивает теоретические знания и практические навыки. Занятия проводятся индивидуально или в группах, учитывая разноуровневую подготовку учащихся с использованием дифференцированного подхода и коллективной работы. Курс (34 часа, 1 час/неделя) внеучебный, его реализация согласовывается с образовательной организацией. Программа и тематическое планирование (приложения 1 и 2) составлены в соответствии с ФГОС.

Во втором параграфе были выделены методические рекомендации по реализации дополнительного образования, такие как:

1. Организация занятия (Использование деятельного подхода и сочетания индивидуальной работы).
2. Работа в Blender (Постепенное введение инструментов, использование готовых ассетов и рекомендация по сохранению промежуточных результатов работы).
3. Подготовка учебных материалов (Разработка методических материалов к уроку, примеров моделей и проектов);
4. Сочетание теории и практики.
5. Применение индивидуального и группового подхода.
6. Методы и приемы обучения (Активные методы обучения, наглядность, обратная связь).
7. Проектная деятельность (Выделены этапы работы над итоговым проектом).
8. Мотивация учащихся (Конкурсы, бонусные баллы, организация выставок, олимпиады).
9. Технические рекомендации (Использование настроек рендеринга, использование облачного хранилища).
10. Интеграция с другими предметами (Связь с технологией, информатикой, математикой, физикой).
11. Примеры итоговых достижений учащихся (Умение создавать и презентовать выполненную работу, объясняя алгоритм и понимать возможность применения 3D-моделирования).
12. Подведение итогов после прохождения модуля уроков.
13. Пример структуры занятия (Введение, теоретическая часть, практическая часть, итог).

В третьем параграфе были разработаны рекомендации по реализации задач для учебной программы.

Для курса «Инженерное творчество при 3D-моделировании» разработан комплекс задач, развивающих инженерное мышление и визуализацию проектов. Таблица 2 содержит примеры задач разной

сложности для работы в Blender. Задания в таблице 3 постепенно усложняются, развивая навыки 3D-моделирования у учеников 9 класса. Они сочетают проектирование, анализ и творчество, позволяя визуализировать физические процессы и проводить виртуальные эксперименты. Проектно-технические задачи в 4 таблице демонстрируют применение 3D-моделирования в строительстве, медицине и дизайне, развивая инженерное мышление и творческие навыки. Решение задач включает поэтапный анализ: от формулировки задачи до оценки эффективности и перспектив внедрения.

В четвертом параграфе была проведена апробация по разработанной учебной программе.

Применяется методика на базе МБОУ «СОШ № 107 г. Челябинска». Учебная группа включает в себя 15 учеников девятого класса. Суммарно было проведено 23 занятия. Контроль знаний (приложение 4) и анализ результатов письменного тестирования до и после курса (таблица 5) оценивали эффективность программы и влияние на развитие инженерных навыков и интереса к профессии.

По итогам результатов анализа таблицы 5 показал значительное улучшение результатов учащихся после прохождения курса: увеличилось количество правильных ответов на вопросы, касающиеся теоретических знаний и практических навыков 3D-моделирования и инженерного проектирования. Несмотря на возникшие проблемы, эффективность программы подтверждается, но необходима дальнейшая актуализация знаний и работа над проектами.

По итогам результатов таблицы 6 анкетирование показало рост интереса учащихся к курсу 3D-моделирования. Дифференциальный подход и командная работа повысили мотивацию. Хотя некоторые сложности с работой в программном обеспечении остаются, значительно улучшились результаты в создании 3D-моделей. Материал курса оказался полезным, и

учащиеся отмечают свой прогресс. Наблюдается рост мотивации к будущей профессиональной деятельности в инженерно-технической сфере.

На уроках также присутствовали методист образовательных программ и заведующий учебно-воспитательной частью образовательного учреждения, которые предоставляли оценку и выявляли положительные и отрицательные стороны научной работы. На основании этого учебная программа реализуется и получает положительные результаты. Изученная информация помогла в решении проблем, возникающих для достижения поставленной цели работы и скорректировать действия при реализации задач.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для реализации данного исследования была изучена методическая литература, с помощью которой работа помогла раскрыть дальнейшие возможности для достижения поставленной цели работы и скорректировать действия при реализации задач.

Выведено понятие инженерного творчества, которое направлено на решение проектно-ориентированных задач для развития системно-технического мышления и гибкости решения, которое бы достигалось в формировании навыков, способствующие правильному суждению в нестандартных ситуациях и умением вовремя реагировать на внешние условия, применять накопленные знания для выполнения задач и поставленных результатов. Таким образом, появилась необходимость в реализации комплекса уроков, в которых бы присутствовали задачи, составленные по форме и содержанию к «реальной» ситуации или, описывали бы ее из окружающей среды.

В работе была также рассмотрена системность развития инженерного мышления в образовательном процессе. Таким образом был выделен 9 класс для реализации рабочей программы, так как учащиеся смогут реализовать конкретные прототипы из-за достаточно накопленных знаний и навыков.

На протяжении исследования требовалось выделить основные проблемы развития инженерного мышления в образовательной деятельности, чтобы в дальнейшем учесть их при разработке учебной рабочей программы. Таким образом, в зависимости от предметной деятельности, был выделен превалирующий аспект формирования технологической компетентности.

Основным подходом в обучении был выделен деятельностный, в основе которого лежит совершенствование инженерных и сквозных навыков. Далее были выделены основные этапы инженерного творчества,

чтобы учесть их при разработке поурочного планирования. В основе лежит осмысление задачи и ее формулировка, начало реализации технической идеи, разработка, конструирование, воплощение изобретения, которое также возможно при освоении навыка 3D-моделирования. Таким образом появляется необходимость в изучении информации методических разработках. Из них было выделено, что для развития инженерного мышления преобладает потенциал 3D-технологии и робототехники, так как 3D-моделирования обладает инструментами и средствами для формирования навыков в техническом творчестве.

Для корректной и актуальной разработки рабочей программы дополнительного образования был проведен анализ нормативных документов, регламентирующих работу в образовательных организациях. Учебно-воспитательном процессе реализуется изучение 3D-моделирования по дисциплинам «Информатика» и «Технология», в курсы которых были включены практические задания, которые помогают овладеть навыками, выделенными в первой главе. При изучении рабочей программы, было выделено, что в нее включены основные теоретические и практические аспекты 3D-моделирования и достигаются метапредметные результаты по требованиям ФГОС, такие как умение самостоятельно и осознанно планировать пути, выбирая наиболее эффективные способы решения задач для достижения цели. По окончании программы, обучающиеся имеют возможность создать собственные проект и на практике продемонстрировать уровень своих знаний и навыков. Данные рабочие программы по курсам Информатика и Технология были выбраны, как основа для реализации курса внеурочной деятельности «Инженерное творчество в 3D-моделировании».

Были рассмотрены методические рекомендации. Л.Л. Босова раскрывает возможность подготовки обучающихся к единым государственным экзаменам.

Для реализации курса необходимость в выборе программного обеспечения является не менее важной. Поэтому был проведен обзор основных сред 3D-моделирования. После изучения литературы, было выделено программное приложение Blender и его примерные рабочие программы по компьютерной графике.

Основываясь на вышеизложенных теоретических данных, рассмотрим возможное практическое применение результатов в разработке рабочей программы «Инженерное творчество в 3D-моделировании», методических рекомендациях и рекомендаций по реализации задач для учебной программы, основанных на междисциплинарной связи.

Во второй главе были достигнуты задачи данного исследования. Была разработана рабочая программа, включающая в себя всю изученную информацию. Учтена необходимость развития навыков в программной среде Blender, инженерного и критического мышления, а также реализация проектно-технических задач в 3D-моделировании в соответствии с инженерными требованиями, качеством визуализации и аргументации решений, расширяя инженерные компетенции учащихся. Курс не только дает возможность в развитии компетенций, но и готовит к соревнованиям и государственным экзаменам по техническим дисциплинам. Учтена оценка обучения, которая включает фронтальный, групповой, индивидуальный контроль и самоконтроль. Используется возможность в разработке индивидуального проекта и его защита, для этого было выделено 3 академических часа в конце курса. Для реализации методики обучения занятия проводятся индивидуально или в группах, учитывая разноуровневую подготовку учащихся с использованием дифференцированного подхода и коллективной работы. На курс было выделено 34 часа с учениками 9 класса. Дополнительное образование было согласовано с образовательной организацией.

На основании проведенного анализа и работы разработки рабочей программы были установлены методические рекомендации по реализации

дополнительного образования. Они составили 13 основных пунктов.

Выделим основные тезисы:

- занятия включают в себя деятельный подход;
- поэтапное освоение Blender (с использованием готовых ассетов);
- разработка методических материалов;
- сочетание теории и практики (индивидуальной и групповой работы);
- применение активных методов обучения с обратной связью;
- использование проектной деятельности с выделенными этапами;
- реализация мотивации (конкурсы, выставки);
- технические рекомендации (рендеринг, облачное хранилище);
- интеграция с другими предметами и подведение итогов;
- итоговые достижения: учащиеся учатся создавать и презентовать 3D-модели, понимая их применение в реальной жизни;
- необходимость в структуре занятий.

Для проведения уроков, необходимо заранее подготовить задания, которые будут реализованы в курсе. Таким образом, были разработаны рекомендации по реализации задач для рабочей программы.

Разработан комплекс задач, развивающих инженерное мышление и визуализацию объектов, для овладения техническими навыками в инженерном творчестве. Таблицы 2, 3, 4 содержат примеры задач разной сложности для работы в Blender, далее задания усложняются, развивая навыки 3D-моделирования у учеников 9 класса, так как они сочетают проектирование, анализ и творчество, позволяя визуализировать физические процессы и проводить виртуальные эксперименты. Далее были выделены проектно-технические задачи, которые демонстрируют применение 3D-моделирования в строительстве, медицине и дизайне, развивая инженерное мышление и творческие навыки. Решение задач

состоит из поэтапного анализа проблемы. И включает в себя все действия системы инженерной технологии.

После внедрения программы в учебный процесс МБОУ «СОШ № 107 г. Челябинска», было проведено анкетирование и контроль знаний, которые приведены в приложение 4 и 5. Оценивалась эффективность программы и методики обучения, а также ее влияние на развитие инженерных навыков и интереса к профессии.

На основании проведенного анализа можно увидеть существенное повышение успеваемости учащихся после прохождения 23 учебных занятий, которое выразилось в увеличении числа правильных ответов на теоретические и практические вопросы. Несмотря на определенные трудности, эффективность программы подтверждена, но требуется дальнейшая актуализация знаний и совершенствование навыков проектной работы. Проведенные результаты анкетирования свидетельствуют о возросшем интересе учащихся к курсу 3D-моделирования и инженерному творчеству. Дифференциальный подход и командная работа положительно влияют на мотивацию. Несмотря на некоторые сложности, качество создаваемых 3D-моделей улучшилось. Учащиеся отмечают полезность курса и свой профессиональный рост, проявляя возросшую мотивацию к будущей работе в инженерно-технической сфере.

Таким образом исследование подтверждает, что при создании определенных условий, формирующих у учащихся основных навыков инженерного творчества, возможно реализовать рабочую программу дополнительного образования.

По результатам работы были достигнуты цели и задачи, поставленные в начале исследования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Блонский П. П. Развитие мышления школьника : учеб. пособие / П. П. Блонский. – Санкт-Петербург : Изд-во Лань, 2013. – 125 с. – ISBN 978-5-507-13044-3.
2. Босова Л. Л. Информатика. 7 класс : учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. – 5-е изд., перераб. – Москва : Просвещение, 2023. – 254, [2] с. : ил. – ISBN 978-5-09-102542-2.
3. Босова Л. Л. Информатика. 8 класс : учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. – 5-е изд., перераб. – Москва : Просвещение, 2023. – 273 с. : ил. – ISBN 978-5-09-102543-9.
4. Босова Л. Л. Информатика. 9 класс : учебник / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова. . – 5-е изд., перераб. – Москва : Просвещение, 2023. – 272 с. : ил. – ISBN 978-5-09-102544-6.
5. Василенко А. В. Психолого-педагогические условия развития пространственного мышления учащихся / А. В. Василенко // Наука и школа. – 2013. – №4. – С. 69-72.
6. Васильченко С. Ш. Диагностические задания для оценки уровня развития пространственных представлений учащихся / С. Ш. Васильченко, С. В. Митрохина // Проблемы современного педагогического образования, 2018. – № 2, с. 59-63.
7. Все больше детей выбирают углубленный уровень изучения естественно-научных предметов и математики // Министерство просвещения Российской Федерации : [сайт]. – 2025. – URL: <https://edu.gov.ru/press/9398/sergey-kravcov-vse-bolshe-detey-vybirayut-uglublenyy-uroven-izucheniya-estestvenno-nauchnyh-predmetov-i-matematiki/> (Дата посещения: 07.02.2025).
8. Выготский Л. С. Собрание сочинений: в 6 т. Т. 6. Научное наследие, 1982-1984 / Л. С. Выготский. – Москва : Педагогика, 2012, – 397 с. – ISBN 9785458368452.

9. Зенкина С. В. Использование 3D-редакторов в урочной и во внеурочной деятельности / С. В. Зенкина, М. В. Савченкова // Инфоком. – 2018. – № 1. – С. 45-53.

10. Использование электронных образовательных ресурсов нового поколения в учебном процессе: научно-методические материалы / Г. А. Бордовский, И. Б. Готская, С. П. Ильина, В. И. Снегурова ; РГПУ им. А.И. Герцена. – Санкт-Петербург : изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2017. – 32с. – ISBN 978-5-397-04140-9.

11. Князева О. В. Развитие инженерного мышления на уроках истории: из педагогической практики / О. В. Князева // Новые педагогические исследования: сборник статей Международной научнопрактической конференции / Г. Ю. Гуляев. – Пенза : Наука и Просвещение, 2020. – С. 78-80.

12. Концепция преподавания предметной области «Технология» в образовательных организациях Российской Федерации, реализующих основные общеобразовательные программы // Министерство просвещения Российской Федерации: официальный сайт образования : [сайт]. – 2018. – URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/c4d7feb359d9563f114aea8106c9a2aa> (дата обращения: 07.02.2025).

13. Корчажкина О. М. Роль визуализации в формировании инженерного мышления при изучении вероятностных процессов / О. М. Корчажкина, Ю. А. Сауров // Настоящее и будущее физико-математического образования: Материалы докладов V всероссийской научнопрактической конференции. – Киров : Радуга-ПРЕСС, 2018. С. 121-125.

14. Культин Н. Б. Основы программирования в Delphi 2010 : учеб. пособие / Н. Б. Культин ; – БХВ-Петербург. – Санкт-Петербург : Изд-во БХВ-Петербург, 2010. – 448 с. : ил. + CD-ROM – (Самоучитель). – ISBN 978-5-9775-0519-2.

15. Лебедева Т. Н. Инженерное мышление: определение и состав его компонентов / Т. Н. Лебедева // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 4-3. – С. 66-68.
16. Лукашенко Т. М. Формирование инженерного мышления на уроках английского языка / Т. М. Лукашенко // Ментор. – 2019. – № 3. – С. 59-61.
17. Маклаева Э. В. Этапы формирования и развития пространственных представлений, обучающихся в процессе обучения математики / Э. В. Маклаева // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 94.
18. Машарова Т. В. Использование 3D-технологий для развития инновационного мышления / Т. В. Машарова, Н. А. Бушмелева, М. С. Перевозчикова, И. Ю. Хлобыстова // Перспективы науки и образования. – 2020. – № 45. – С. 426–440.
19. Никитина Г. В. Формирование предпосылок инженерного мышления у дошкольников посредством конструирования / Г. В. Никитина, О. С. Елшанская // Гуманитарные науки и образование. – 2019. Т. 10, № 4 [40]. С. 77-83.
20. Нурмагомедов Д. М. Проблема формирования пространственных представлений у младших школьников при обучении математики / Д. М. Нурмагомедов, Ш. Д. Камилова // Известия ДГПУ. Психолого-педагогические науки. – 2012. – № 3 [20]. – С. 70-74.
21. Об образовании в Российской Федерации : Федеральный закон № 273-ФЗ от 21 дек. 2012 г. : принят Государственной Думой 21 дек. 2012 г. // Собрание законодательства Российской Федерации, – 2012. – № 53. – Ст. 7598.
22. Поляков К. Ю. Информатика. 7-9 классы: методическое пособие / К. Ю. Поляков, Е. А. Еремин. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. – 80 с. – ISBN 978-5-9963-3107-9.

23. Программа, направленная на развитие интереса школьников к инженерному творчеству // Министерство просвещения Российской Федерации : [сайт]. – 2018. – URL: <https://edu.gov.ru/press/6776/v-rossii-budet-zapuschena-programma-napravlenная-na-povyshenie-kachestva-inzhener-nogo-obrazovaniya/> (дата обращения: 07.02.2025).
24. Развитие критического мышления через вовлечение учащихся в соревновательную робототехнику (из опыта работы) / Е. В. Соболева, Т. Н. Суворова, С. В. Зенкина, Е. К. Герасимова // Перспективы науки и образования. – 2020 – № 2. – С. 268-284.
25. Рожик А. Ю. Исторические этапы решения проблемы формирования инженерного мышления / А. Ю. Рожик // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2017. – №2. – С. 98-113.
26. Савченко Е. В. Развитие абстрактно-логического мышления студентов в процессе решения задач по курсу общей физики / Е. В. Савченко // Modern Science. – 2020. – № 12-4. – С. 358-362.
27. Санина Е. И. Развитие пространственного мышления в процессе обучения стереометрии / Е. И. Санина, О. А. Гришина // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2013. – № 4. – С. 99-102.
28. Саркенаева, А. Б. Творчество как форма самоутверждения личности / А. Б. Саркенаева. // Молодой ученый. – 2018. – № 15. – С. 252-255.
29. Сизова М. Ю. Формирование инженерного мышления школьников в процессе проектной деятельности по математике / М. Ю. Сизова // Формирование инженерного мышления в процессе обучения : материалы международной научно-практической конференции, ред. Т. Н. Шамало. – Екатеринбург, 2016. – С. 162-166.
30. Соболевский А. А. История 3D-графики: от Евклида до наших дней / А. А. Соболевский // Лекции молодых ученых в Культурном центре ЗИЛ. – 2015. – № 10. – URL: <https://goo.su/kSkeetl> (дата обращения 16.09.2024).

31. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования // Единое содержание общего образования : [сайт]. – 2024. – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/Приказ-№-287-от-31.05.2021-ФГОС_ООО.pdf (дата обращения: 19.12.2024).

32. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования // Единое содержание общего образования : [сайт]. – 2024. – URL: https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/Приказ-№-413-от-17.05.2012-ФГОС_СОО.pdf (дата обращения: 19.12.2024).

33. Филатова О. Н., Рябков О. Ю., Ермолаева Е. Л. Формирование инженерного мышления у обучающихся на занятиях образовательной робототехники / О. Н. Филатова, О. Ю. Рябков, Е. Л. Ермолаева // Проблемы современного педагогического образования. – 2020. – № 68-4. – С. 245-247.

34. Хан О. Н. Развитие творческого инженерного мышления при изучении дисциплин «Русский язык и деловые коммуникации», «Русский язык и этика делового общения» / О. Н. Хан // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 89-2. – С. 149-151.

35. Чекулаева М. Е. Развитие инженерного мышления учащихся путем привлечения их к составлению прикладных задач / М. Е. Чекулаева, Н. В. Сидорова // Вестник науки и образования. – 2020. – № 12-1. – С. 61-65.

36. Шабалина М.Р., Соколова А.Н. Особенности преподавания математики в контексте формирования конструктивного мышления у студентов инженерных профилей / М. Р. Шабалина, А. Н. Соколова // Альманах мировой науки. – 2016. – № 10-2. – С. 72-75.

37. Шишкин, В. В. Трехмерное моделирование в среде Blender : учеб. пособие / В. В. Шишкин, С. Т. Гераськина, О. Ю. Шишкина ; УлГТУ. – Ульяновск : Изд-во УлГТУ, 2010. – 185 с. ISBN 978-5-9795-0580-0.

38. Benzer A. I., Yildiz B. The effect of computer-aided 3D modeling activities on pre-service teachers' spatial abilities and attitudes towards 3d

modeling // Journal of Baltic Science Education. – 2019. – Vol. 18, №1. – P. 335–348. – URL: <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.335> (дата обращения: 07.02.2025).

39. Huang T.-Ch., Lin Ch.-Y. From 3D modeling to 3D printing / T.-Ch. Huang, Ch.-Y. Lin. Telematics and Informatics // Department of Information Management, National Taichung University of Science and Technology. – 2017. – Vol. 34. – P. 604–613.

40. Novak E., Wisdom S. Effects of 3D Printing Project-based Learning on Preservice Elementary Teachers' Science Attitudes, Science Content Knowledge, and Anxiety About Teaching Science / E. Novak, S. Wisdom // Journal of Science Education and Technology. – 2018. – Vol. 27. – P. 412–432.

41. Soboleva E. V., Isupova N. I., Karaulova L. V., Nimatulaev M. M. Development of environmental thinking and lean manufacturing skills in the course of mobile robotics. / E. V. Soboleva, N. I. Isupova, L. V. Karaulova, M. M. Nimatulaev / Science for Education Today. – 2020. – Vol. 10, № 1. – P. 149–173. – URL: <http://dx.doi.org/10.15293/2658-6762.2001.09> (дата обращения: 07.02.2025).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Содержание курса дополнительного образования «Инженерное творчество в 3D-моделировании»

Введение в 3D-моделирование: Знакомство с системой автоматизированного проектирования на примере программного обеспечения Blender. Основные понятия компьютерной графики и ее роль инженерном творчестве.

Интерфейс программы.

Основные панели, навигация в 3D-пространстве. Основы редактирования объектов. Создание композиции из простых форм. Изучение и применение параметров инструментов. Режимы Object Mode и Edit Mode. Работа с вершинами, ребрами и гранями. Создание простого объекта. Трансформация объектов. Модификаторы Mirror, Array. Создание симметричных объектов. Введение в рендеринг. Настройка камеры и освещения. Изучаются основы рендеринга в Eevee. Визуализируется простая сцена.

Основы моделирования.

Полигональное моделирование. Создание сложных форм с помощью экструзии и сглаживания. Модификаторы Subdivision Surface и Boolean. Применение модификаторов для создания сложных форм. Работа с кривыми. Создание и редактирование кривых. Задания для самостоятельной работы. Скульптинг. Введение в скульптинг для создания органических форм. Создание модели фрукта. Моделирование технических объектов. Создание деталей с точными размерами. Оптимизация моделей. Уменьшение полигонов без потери качества. Оптимизация ранее созданных моделей. Задание для самостоятельной работы по моделированию.

Работа с материалами и структурами.

Основы материалов. Настройка базовых материалов. Создание материала для модели. UV-развертка. UV-развертки для наложения

текстур. Текстурирование простого объекта. Работа с текстурами. Использование готовых текстур. Текстурирование модели здания. Создание собственных текстур. Освещение и рендеринг. Настройка освещения для реалистичного рендера. Задание для самостоятельной работы. Создание и визуализация сцены.

Инженерное проектирование.

Анализ технических задач. Обзор заданий основного государственного экзамена и единого государственного экзамена. Применение 3D-моделирования для решения задач. Разработка собственного проекта. Чертежи и эскизы. Создание эскизов на бумаге или в графическом редакторе. Моделирование по чертежам. Создание 3D-модели на основе эскиза. Работа с точными размерами. Применение инструментов для точного моделирования. Оптимизация для 3D-печати. Сборка сложных конструкций. Тестирование модели. Проверка функциональности. Работа над итоговым проектом.

Анимация и презентация.

Основы анимации. Ключевые кадры, настройка временной шкалы. Создание простой анимации. Видеопрезентация. Основы монтажа в Blender. Разработка презентации проекта. Работа над анимацией и презентацией.

Планируемые результаты освоения курса внеурочной деятельности «Инженерное творчество в 3D-моделировании».

Личностные результаты отражают готовность и способность учащихся формировать внутреннюю личную позицию, систему ценностной политики, позитивных убеждений, соответствующее традиционным ценностям российского общества, а также расширение жизненного опыта учащихся в процессе реализации курса.

Личностные результаты:

- воспитание уважения к труду;

- умение работать в команде и конструктивно взаимодействовать с другими участниками процесса;
- развитие интереса к инженерному творчеству, 3D-моделированию и цифровым технологиям;
- развитие творческого мышления и способности находить нестандартные решения технических задач;
- сформированность здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью;
- осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения, в том числе с учетом возможностей информационно-коммуникационных технологий;
- умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- развитие усидчивости, внимательности и аккуратности при работе с программным обеспечением и техническими средствами;
- формирование навыков самостоятельной работы, ответственность и инициативность в процессе создания проектов.

Метапредметные результаты освоения курса внеурочной деятельности по инженерному творчеству в 3D-моделировании отображают овладение учащимися универсальными учебными действиями – познавательными, коммуникативными, регулятивными.

Познавательные универсальные учебные действия:

- развитие навыков поиска, анализа и систематизации информации, необходимой для решения задач с помощью 3D-моделирования;
- умение применять знания из различных областей (математика, физика, информатика) для создания и оптимизации 3D-моделей;
- формирование пространственного мышления и способности визуализировать объекты в трехмерном пространстве;
- освоение методов проектной деятельности: постановка задачи, планирование, реализация и оценка результатов;

- развитие критического мышления: анализ ошибок, поиск альтернативных решений и их обоснование.

Коммуникативные универсальные учебные действия:

- умение работать в команде: распределение ролей, совместное решение задач и взаимопомощь;
- развитие навыков презентации: умение четко и структурированно представлять свои идеи, проекты и результаты работы;
- способность аргументированно отстаивать свою точку зрения и учитывать мнения других участников;
- освоение навыков эффективного общения в процессе совместной работы над проектами.

Регулятивные универсальные действия:

- умение ставить цели и задачи, планировать этапы работы над проектом;
- развитие навыков самоконтроля: умение оценивать свои действия, корректировать их и доводить работу до завершения
- освоение навыков управления временем: распределение ресурсов и соблюдение сроков выполнения задач;
- умение адаптироваться к изменениям и находить решения в условиях неопределенности;
- формирование ответственности за результат своей работы и умение оценивать ее качество.

Курс так же реализует результаты:

- освоение навыков проектной деятельности: постановка задачи, планирование, реализация и презентация проекта;
- развитие пространственное мышления и умения визуализировать объекты в трехмерном пространстве;
- формирование навыков работы с информацией: поиск, анализ, систематизация и применение знаний в практической деятельности;

- развитие навыков использования современных технологий и программного обеспечения для решения инженерных задач;
- умение применять знания из различных областей (физика, математика, информатика) для создания 3D-моделей.

Характеризует опыт обучающихся применения трёхмерной графики в практической деятельности, который приобретается и закрепляется в процессе прохождения курса, в предметных результатах:

- освоение основ работы с программой Blender: интерфейс, инструменты моделирования, текстурирование, анимация и рендеринг;
- умение создавать простые и сложные 3D-модели, учитывая технические требования и параметры;
- понимание принципов работы с полигональными сетками, модификаторами и другими инструментами Blender;
- освоение основных этапов 3D-моделирования: создание модели, настройка материалов, освещение и визуализация;
- знание основных понятий и терминов, связанных с 3D-моделированием;
- умение применять полученные знания для решения практических, инженерных задач, таких как создание прототипов, макетов или функциональных изделий.

Развитие инженерного мышления:

- умение анализировать задачу, выделять ключевые параметры и ограничения;
- развитие навыков проектирования с учетом функциональности, эргономики и эстетики;
- понимание принципов оптимизации моделей для различных целей;
- умение проводить итерации и улучшать модели на основе тестирования и обратной связи;

— освоение навыков инженерного подхода: от идеи до реализации, включая прототипирование и тестирование.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица поурочного планирования

№ п/п	Наименование разделов и тем курса внеурочной деятельности	Количество часов	Программное содержание	Форма работы / характеристика деятельности обучающихся
Раздел 1. Введение в 3D-моделирование				
1.1	Техника безопасности, введение в 3D-моделирования, основы инженерного творчества	1	Правила гигиены и безопасности при работе в кабинете информатики, знакомство с курсом, целями и задачами, основные понятия 3D-моделирования и инженерного дизайна.	Лекция. Примеры соблюдения и несоблюдения гигиенических требований при работе с компьютером. Называть основные элементы 3D-моделирования. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке.
1.2	Знакомство с интерфейсом Blender	1	Интерфейс программы: основные панели, навигация в 3D-пространстве, основные инструменты. Практическая работа «Изучение и применение параметров инструментов».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Осуществлять перемещение, масштабирование, вращение объектов.

1.3	Основы редактирования объектов, трансформация объектов	1	Режимы Object Mode и Edit Mode. Модификаторы Mirror, Array. Практическая работа «Работа с вершинами, ребрами и гранями. Использование изученных модификаторов».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Создавать простой объект. Создавать симметричный объект.
1.4	Введение в рендеринг	1	Настройка камеры и освещения. Основы рендеринга в Eevee. Практическая работа «Визуализация простой сцены».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять правила рендеринга и визуализировать простую сцену.
Раздел 2. Основы моделирования				
2.1	Полигональное моделирование	1	Создание сложных форм с помощью экструзии и сглаживания. Практическая работа «Модель здания».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять изученный материал для построения модели простого здания.
2.2	Модификаторы Subdivision Surface и Boolean	1	Модификаторы Subdivision Surface и Boolean. Применение модификаторов для создания сложных	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять модификаторы для

			форм. Изделия и моделирование. Создание и сохранение документа «Модель шестеренки».	построения сложных форм. Создать модель детали. Различать виды изделий: деталь, сборочная единица, комплект, комплекс.
2.3	Работа с кривыми	1	Создание и редактирование кривых. Практическая работа «Создание модели на основе кривых».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять инструменты для построения моделей.
2.4	Скульптинг	1	Введение в скульптинг для создания органических форм етод моделирования. Создание базовой формы. Работа с деталями и текстурами. Практическая работа «Модель».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять знания для создания базовой формы, переключение в режим скульптинга, работа с инструментами, работа с деталями и текстурами. Применение разглаживания поверхностей.
2.5	Моделирование технических объектов	1	Создание деталей с точными размерами. Порядок моделирования. Геометрические и	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Различать

			расчетные параметры модели. Практическая работа «Модель технического элемента».	геометрические и расчетные параметры модели. Применять порядок действия для определения параметров. Создание заданной модели.
2.6	Оптимизация моделей	1	Уменьшение полигонов без потери качества объекта. Практическая работа «Оптимизация ранее созданных моделей».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Оптимизация ранее созданных деталей.
2.7	Создание модели робота-помощника	2	Практическая работа «Робот-помощник» (простая форма).	Практическая работа. Применение изученного материала первого и второго раздела. Работа над ошибками, доработка моделей.
Раздел 3. Работа с материалами и текстурами				
3.1	Основы материалов	1	Настройка базовых материалов (металл, пластик, стекло). Практическая работа «Создание материала для модели робота».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Соблюдение правил и алгоритма настройки базовых материалов. Их применение на роботе-помощнике

3.2	UV-развертка	1	UV-развертки для наложения текстур. Текстурирование простого объекта. Практическая работа «Тестировать прострой предмет».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применение алгоритма тестуирования на простом объекте.
3.3	Работа с текстурами	1	Использование готовых текстур. Практическая работа «Текстуры».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять готовые текстуры на готовой модели.
3.4	Создание собственных текстур	1	Использование графических редактор. Практическая работа «Создание текстур».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применение графических редакторов для создания собственных текстур по алгоритму.
3.5	Освещение и рендеринг	1	Настройка освещения для реалистичного рендера. Практическая работа «Визуализация сцены с моделью работа».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять алгоритм настройки освещения в программной среде. Создавать детали для

				визуализации сцены.
3.6	Практическая работа «Работа с материалами и текстурами»	1	Практическая работа по изученному материалу «Работа с материалами и текстурами».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Соблюдать требования к созданию текстуры. Применять навыки для создания и визуализации сцены.
Раздел 4. Инженерное проектирование				
4.1	Анализ технических задач	1	Рассмотрение задач из физики, математики и других дисциплин. Использование 3D-моделирования для решения задач из ОГЭ и ЕГЭ. Анализ технических задач и обсуждение примеров.	Лекция. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Обсуждение примеров и поиск решения в 3D-моделирование. Определять методы решения задач и научиться применять знания из различных дисциплин.
4.2	Чертежи и эскизы	1	Создание эскизов на бумаге или в графическом редакторе по рассмотренным задачам. Практическая работа «Создание эскиза».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Уметь визуализировать и применять основные приемы работы для решения задач. Осуществлять построение чертежа

				по координатам. Подготовить эскиз для проекта.
4.3	Моделирование по чертежам	1	Создание 3D-модели на основе эскиза. Практическая работа «Создание 3D-модели».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять алгоритм работы при моделировании. Создавать элементы.
4.4	Работа с точными размерами	1	Использование инструментов для точного моделирования. Практическая работа «Создание 3D-модели».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Осуществлять построение чертежа по координатам. Осуществлять анализ и синтез изображения. Применять правила нанесения размеров в программе.
4.5	Оптимизация, использование для 3D-печати	1	Оптимизация модели, использование модификаторов, изменение полигонов, оценка уровня детализации. Проверка модели по характеристикам.	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять полученные знания для оптимизации модели. Использовать знания для подготовки к печати.

4.6	Сборка сложных конструкций	1	Моделирование сборочных конструкций. Практическая работа «Сложные конструкции».	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Выбрать задачу из предложенных вариантов, смоделировать сборочную конструкцию. Использовать ранее полученные знания.
4.7	Тестирование модели. Практическая работа «Индивидуальный проект»	3	Этапы создания модели. Проверка оптимизации и функциональности модели.	Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять инструменты. Применять алгоритм построения чертежа. Объяснять назначение элементов. Присмотреть инструменты для оптимизации объектов. Объяснять функциональность построенной модели.
Раздел 4. Анимация и презентация проекта				
4.1	Основы анимации	1	Понятие анимации. Алгоритм выполнения анимации. Ключевые кадры, настройка	Практическая работа. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять алгоритм создания

			временной шкалы. Практическая работа «Создание простой анимации».	анимации. Создавать анимацию.
4.2	Создание видеопрезентации	1	Основы монтажа в Blender. Приемы создания простой сцены. Настройки параметров.	Проектная деятельность. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Работа над анимацией и презентацией для индивидуального задания.
4.3	Практическая работа «Работа над защитой индивидуального задания»	1	Реализация проекта. Подготовка к защите проекта.	Проектная деятельность. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке. Применять инструменты. Применять алгоритм построения чертежа. Объяснять назначение элементов. Присмотреть инструменты для оптимизации объектов. Объяснять функциональность построенной модели. Создание презентации модели.
4.4	Презентация проекта	1	Презентация проектов. Проверка	Раскрытие смысла понятий,

			моделей на соответствие техническим требованиям.	приобретённых на уроке.
4.5	Обсуждение и обратная связь	1	Защита проектов, обсуждение результатов.	Презентация, дискуссия. Раскрытие смысла понятий, приобретённых на уроке.
4.6	Итоговое занятие	2	Подведение итогов курса, обсуждение достижений и трудностей.	Рефлексия, обсуждение.
Резерв времени				4
ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ЧАСОВ В ПРОГРАММЕ				34

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Технологическая карта урока

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УРОКА	
Автор материала	Карпенко Любовь Владимировна
Учебный предмет	Инженерное творчество при использовании 3D-моделирования
Класс	9 класс
Тема урока	Практикум: сборка сложных конструкций
Тип урока	Урок закрепления (комплексного применения знаний и умений)
Форма урока	Урок-практикум
Цель	Закрепить знания учащихся основ инженерного подхода к 3D-моделированию.
Планируемые результаты	Личностные результаты: Л1 Воспитание уважения к труду Л2 Умение работать в команде и конструктивно взаимодействовать с другими участниками процесса Л3 Умение провести самооценку Л4 Развитие интереса к инженерному творчеству, 3D-моделированию и цифровым технологиям Л5 Развитие творческого мышления и способности находить нестандартные решения технических задач Л6 Сформированность здорового и безопасного образа жизни, ответственного отношения к своему здоровью Л7 Умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственных жизненные планы Л8 Развитие усидчивости, внимательности и аккуратности при работе с программным обеспечением и техническими средствами Л9 Формирование навыков самостоятельной работы, ответственность и инициативность в процессе создания проектов Метапредметные: – Регулятивные УУД (Р1, Р2, ...) Р1 Умение ставить цели и задачи, планировать этапы работы над проектом. Р2 Развитие навыков самоконтроля: умение оценивать свои действия, корректировать их и доводить работу до завершения Р3 Освоение навыков управления временем: распределение ресурсов и соблюдение сроков выполнения задач Р4 Умение адаптироваться к изменениям и находить решения в условиях неопределенности Р5 Формирование ответственности за результат своей работы и умение оценивать ее качество – Познавательные УУД (П1, П2, ...) П1 Развитие навыков поиска, анализа и систематизации информации, необходимой для решения задач с помощью 3D-моделирования П2 Умение применять знания из различных областей (математика, физика, информатика) для создания и оптимизации 3D-моделей П3 Формирование пространственного мышления и способности визуализировать объекты в трехмерном пространстве П4 Освоение методов проектной деятельности: постановка задачи,

	планирование, реализация и оценка результатов П5 Развитие критического мышления: анализ ошибок, поиск альтернативных решений и их обоснование – Коммуникативные УУД (К1, К2, ...) К1 Умение работать в команде: распределение ролей, совместное решение задач и взаимопомощь; К2 Развитие навыков презентации: умение четко и структурированно представлять свои идеи, проекты и результаты работы К3 Способность аргументированно отстаивать свою точку зрения и учитывать мнения других участников К4 Освоение навыков эффективного общения в процессе совместной работы над проектами 1. Предметные результаты Пр1 Развитие навыков поиска, анализа и систематизации информации, необходимой для решения задач с помощью 3D-моделирования Пр2 Умение применять знания из различных областей (математика, физика, информатика) для создания и оптимизации 3D-моделей Пр3 Формирование пространственного мышления и способности визуализировать объекты в трехмерном пространстве Пр4 Освоение методов проектной деятельности: постановка задачи, планирование, реализация и оценка результатов Пр5 Развитие критического мышления: анализ ошибок, поиск альтернативных решений и их обоснование
Методы и приемы	Беседа, метод проблемного обучения, активные методы обучения, использование проблемных задач, кейсы и реальные примеры из инженерной практики, наглядность, обратная связь
Педагогические технологии	Технология развивающего обучения, обучение в сотрудничестве, информационно – коммуникационная технология, технология проблемного обучения
Опорные понятия, термины:	3D-моделирование, инженерная деятельность, этапы проектирования, инженерное проектирование, модель, примитивы, инструменты моделирования, детализация, оптимизация
Новые понятия	
Дидактический материал	Справочные материалы, раздаточные материалы (инструкции, шаблоны задач), примеры реальных инженерных решений (3D-модели, чертежи, фотографии)
Оборудование урока	Компьютеры с установленным ПО для 3D-моделирования, проектор или интерактивная доска
Способы контроля	Практическая работа
Этапы урока	Организационный момент, актуализация опорных знаний и умений, ознакомление с инструкцией, практическая работа, подведение итогов урока, постановка домашнего задания

Ход урока

Этап 1 Организационный момент (время 3 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Приветствие, проверка присутствующих	Приветствуют учителя, сообщают об отсутствующих			

Этап 2 Актуализация опорных знаний и умений (время 5 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Задает вопросы для создания проблемной ситуации, помогает определить задачи урока	Отвечают на вопросы, определяют тему урока.		Л1 Л4 Л6 Л7 Р1 П1	

Этап 3 Ознакомление с инструкцией (время 5 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Учитель объясняет цели и задачи практической работы. Уточняет этапы проектирования, выполняется модель дома, задаются уточняющие вопросы	Учащиеся выполняют проект	Пр1	Л4 Л5 Л8 Р1 П1 П2 П4	

Этап 4 Практическая работа (время 25 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Проводит инструкцию по выполнению практической работы, выдает задание, контролирует работу учеников	Ученики выполняют задание	Пр2 Пр3	Л1 Л2 Л4-Л6 Л8 Л9 Р1-Р4 П1-П3 К1 К3	

Этап 5 Подведение итогов (время 4 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Предлагается каждому оценить свою активность на уроке, а классу подтвердить или нет его оценку, выставление оценок	Оценивают свою активность и активность других	Пр4 Пр5	Л1 Л2 Л3 Л7 Р2 Р5 П4 П5 К2	

Этап 6 Постановка домашнего задания (время 3 мин.)

Деятельность учителя	Деятельность учащихся	Планируемые результаты*		Примечание**
		Предметные	УУД, личностные результаты	
Выдает домашнее задание	Учащиеся записывают в тетради домашнее задание		Л1 Л4 Л7 Л9	

** – условные обозначения, например, Пр2, Пр5, Л1, Р3, П4, К2.*

*** – указание на раздаточные образцы дидактических материалов, информационное сопровождение урока (занятия), размещенные в Приложении к технологической карте урока. Например, Слайд 2, ДК1 (дидактическая карточка-1)*

Конспект урока для 9 класса «Сборка сложных конструкций»

Цель урока: закрепить полученные знания основных навыков инженерного подхода в 3D-моделировании.

Задачи:

- повторить и закрепить знания, умения и навыки;
- развить навыки проектирования и создания функциональных объектов;
- научить учащихся анализировать и оптимизировать 3D-модели для решения практических задач;
- повторить работу с параметрическими моделями и анализировать их;
- воспитать интерес к инженерному творчеству, инновационным технологиям и архитектурному дизайну.

Ход урока

Этап 1. Организационный момент (время 3 мин.).

Приветствие учителя. Ученики сообщают об отсутствующих, проверка готовности учащихся к уроку.

Этап 2. Актуализация опорных знаний и умений (время 5 мин.).

Обсуждение важности 3D-моделирования в решении поставленных задач.

Учитель: ребята, ответь мне на вопрос, который ранее мы обсуждали на прошлом занятии, когда рассматривали задачи и их применение в 3D-моделировании. Почему моделирование стало неотъемлемой частью современного мира, какую роль оно играет в сферах деятельности?

Ответ: наглядность, возможность точно и детализировано построить модель. Экономия времени и ресурсов, 3D-моделирование позволяет тестировать и оптимизировать проекты на этапе их разработки. Ускорение

процесса разработки. Возможность проводить виртуальные тесты и анализировать их. Помогает в реализации нестандартных идей.

Учитель: тогда из ваших слов можно сделать вывод, что 3D-моделирование является мощным инструментом, который позволяет ускорить процесс проектирования, снизить затраты на производство, повысить точность и качество продукта и стимулировать творческий подход.

Сегодня мы проведем практический урок с построением сложных объектов, но сначала ответьте мне на вопрос. А в каких сферах инженерной деятельности мы можем использовать 3D-моделирование?

Ответ: строительство и архитектура, машиностроение, энергетика, биомедицинская инженерия, промышленный дизайн и т.д.

Учитель: все верно, сегодня мы и займемся разработкой сложных объектов, связанных с инженерной деятельностью.

Привести пример с в архитектуре и строительстве (примеры: домов, мостов, городской инфраструктуры).

Этап 3. Ознакомление с инструкцией (время 5 мин.).

Учитель: перед началом моделирования нам необходимо вспомнить этапы проектирования. Сможете ли вы мне их назвать?

Ответ: постановка задачи, создание эскиза, моделирование, оптимизация, тестирование и анализ, визуализация и презентация, подготовка к производству.

Учитель: хорошо, мы не должны забывать и о принципах инженерного проектирования, таких как функциональность, модель должна выполнять поставленные задачи, учет всех технических требований. Эргономика, то есть удобство использования, соответствие с анатомией человека. Экономичность, минимизация затрат. Надежность, проведение тестов на прочность. Эстетика, внешний вид модели тоже очень важен. Давайте рассмотрим моделирование сложного объекта – дома. Какие основные элементы дома?

Ответ: стены, крыша, окна, двери, фундамент.

Учитель: хорошо, но мы не забываем учитывать при этом масштаб, пропорции и функциональность. Какие инструменты мы можем использовать для создания модели дома?

Ответ: работа с примитивами (кубы, цилиндры, плоскости) для создания стен, крыши и других элементов. Использование инструментов для вычитания (окна, двери) и добавления деталей (лестницы, балконы). Основы работы с текстурами и материалами для визуализации.

Этап 4. Практическая работа (время 25 мин.).

Учитель: Начнем создание 3D-модели с учетом функциональности и эстетики.

1. Анализ задачи

Какие требования предъявляются к модели дома?

Ответ: Для дома это (количество комнат, этажность, наличие крыльца, балкона и т.д).

Учитель: а сейчас создадим эскиз на бумаге или в программе. Не забывайте учитывать все принципы построения.

2. Моделирование

А сейчас создадим базовую форму объекта, для дома это стены и крыша.

Добавляем функциональные элементы. Для дома это окна, двери, лестницы).

Используем параметрические инструменты для настройки размеров.

3. Детализация

Добавим декоративные элементы, на ваш выбор может быть балкон, крыльцо или труба. Посмотрим на эскиз и смоделируем объекты.

Вы можете добавить текстуры и материалы для визуализации.

4. Оптимизация

Проверим модель на устойчивость и удобство использования.

Упрощаем геометрию для уменьшения веса или упрощения печати на 3D-принтере.

5. Сохранение и экспорт

Сохраняем проект в формате, подходящем для 3D-печати (STL, OBJ)

Наш проект готов, теперь разделимся на группы по 2-3 человека и выберите проект, который вы хотите реализовать.

Учитель предоставляет задачи для реализации:

1. Моделирование моста:

Задача: Спроектировать мост с учетом нагрузки и распределения сил.

Цель: Изучить основы строительной механики.

2. Создание модели здания:

Задача: Спроектировать здание с учетом эстетики и функциональности.

Цель: Познакомиться с основами архитектурного проектирования.

3. Проектирование башни:

Задача: Создать модель башни, устойчивой к ветровым нагрузкам.

Цель: Изучить принципы устойчивости конструкций.

4. Моделирование автомобиля:

Задача: Создать модель автомобиля с детализированным кузовом, колесами и интерьером.

Цель: Освоить сложное моделирование и работу с кривыми.

5. Моделирование самолета:

Задача: Создать модель самолета с крыльями, хвостовым оперением и двигателями.

Цель: Освоить аэродинамические формы и детализацию.

Учитель контролирует процесс, помогает с трудностями.

Этап 5 Подведение итогов (время 4 мин.)

Обсуждение результатов работы.

Учитель: Какие трудности возникли при моделировании? Как можно

улучшить созданные модели?

Проводится демонстрация работ.

Этап 6 Постановка домашнего задания (время 3 мин.).

Создать 3D-модель дома с учетом ландшафта (добавление деревьев, дорожек, забора).

Подготовить краткий отчет о том, как модель может быть использована в реальной жизни.

Критерии оценки:

- техническая сложность модели;
- использование продвинутых инструментов (параметрическое моделирование, создание сложных форм);
- функциональность (Модель должна решать поставленную задачу. Удобство, прочность, практичность);
- творческий подход (оригинальность идеи и дизайна);
- качество выполнения (точность размеров, аккуратность моделирования).

Урок можно адаптировать в зависимости от уровня подготовки учащихся.

Для более продвинутых учеников можно добавить этап симуляции.

Возможно использование 3D-принтера для печати созданных моделей на следующих уроках).

Примеры работ учащихся в рисунках 1-3:

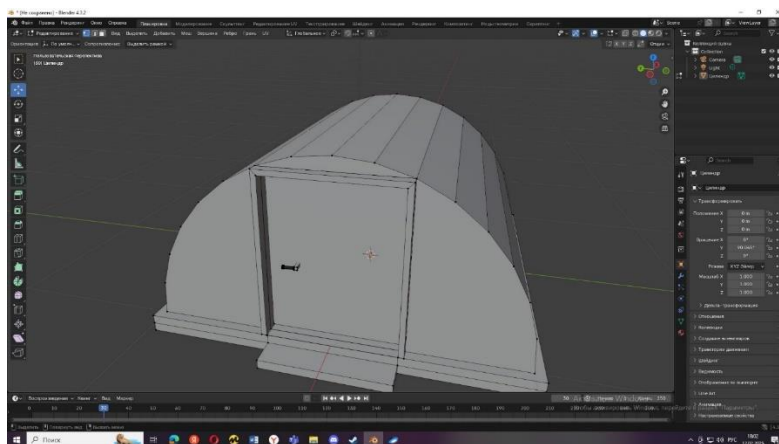


Рисунок 1 – Теплица задача ОГЭ

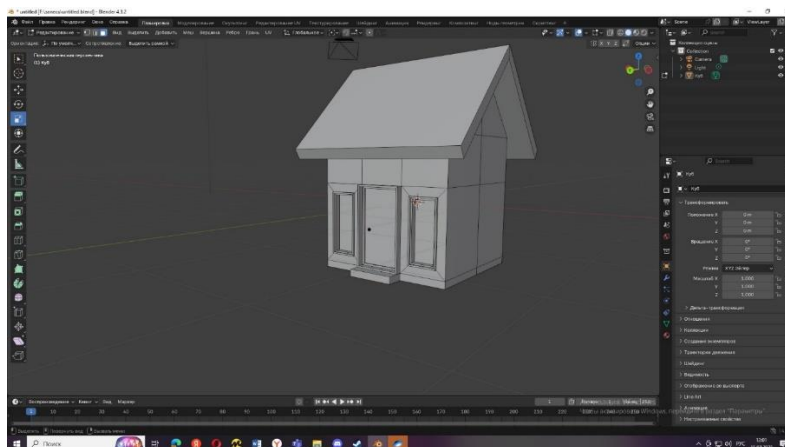


Рисунок 2 – Дом



Рисунок 3 - Лампочка

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Анкета

Ф.И.О. _____

Класс _____

Дата _____

Вопрос 1. Какие основные принципы 3D-моделирования вы знаете?

Вопрос 2. Как вы объясните разницу между полигональным и параметрическим моделированием?

Вопрос 3. Какие инструменты или функции в программе для 3D-моделирования вы знаете? Написать до 5 штук.

Вопрос 4. Как вы проверите, что модель соответствует техническим требованиям?

Вопрос 5. Какие действия необходимо выполнять для решения сложных задач?

Вопрос 6. Какие инженерные принципы нужно учитывать при создании модели?

Вопрос 7. Как проверить, что модель будет функциональной в реальных условиях?

Вопрос 8. Какие параметры нужно учитывать при оптимизации модели?

Вопрос 9. Какие задания из уроков физики, математики и т.д. можно реализовать с помощью 3D-моделирования?

Вопрос 10. Какие знания необходимо применять в реальных проектах или задачах?

Вопрос 11. Как можно использовать 3D-моделирование для создания уникальных или инновационных решений?

Вопрос 12. Важна ли роль командной работы в работе инженера? Почему?

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Контроль знаний

Рядом с каждым вопросом поставьте оценку от 1 до 5 (где 1 – «однозначно нет», 5 – «однозначно да»)

1. Практические задания на уроке были для вас полезными? __
2. Возникают ли у вас проблемы при создании 3D-модели? __
3. Хотели бы вы больше практики по определенным темам? __
4. Готовы ли вы к созданию сложных 3D-моделей после этого урока? __
5. Понятно ли учитель объяснял материал? __
6. Материалы, выданные учителем, были полезными? __
7. Были ли задания или объяснения, которые вызвали затруднения? __
8. Достаточно ли времени уделяется практике на уроке? __
9. Вы бы изменили этот урок, чтобы сделать его более интересным или полезным? __
10. Есть ли темы или инструменты, которые вы хотели бы изучать более подробно? __
11. Как вы оцениваете свой прогресс после этого урока? __
12. Вы планируете использовать полученные навыки в будущих проектах? __
13. Планируете ли вы выбрать будущую профессию, связанную с наличием технических навыков? __