Министерство образования и науки Республики Саха (Якутии)

ГБПОУ РС(Я) Колледж Цифровых технологий «АЙТЫЫН»

Предметно-цикловая комиссия математических и естественно-научных дисциплин

**РАЗРАБОТКА ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ БУДУЩЕГО КОЛЛЕДЖА ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «АЙТЫЫН»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Руководитель:**  Афанасьева Антонина Антоновна, техник-программист ГБПОУ РС(Я) КЦТ «АЙТЫЫН»  Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  МП | **Дипломную работу выполнил:**  Мазинцев Антон Артемьевич, студент 4 курса гр. ИСиП-20  ГБПОУ РС (Я) КЦТ «АЙТЫЫН»  Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |
| **Рецензент:**  ,  Преподаватель спец. дисциплин ГБПОУ РС(Я) КЦТ «АЙТЫЫН»  Подпись \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  МП |  |
| **Допуск к защите:**  Председатель ПЦК  Математических естественно-научных дисциплин.  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2024г. | **Работа защищена**  «\_\_\_» июня 2024г.  Протокол № \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  С оценкой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

г. Покровск, 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА 1: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

1.2 Преимущества использования трехмерных моделей в образовании…9

1.2 Трехмерное моделирование: Виды и процесс

1.3 Пример построения трехмерной модели учебного заведения

ГЛАВА 2: ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ВВЕДЕНИЕ

В современном образовании цифровые технологии играют все более важную роль, преобразуя способы обучения и обогащая учебный процесс новыми возможностями. В контексте этого непрерывного развития колледж цифровых технологий «АЙТЫЫН» выделяется как инновационное учебное заведение, в котором особое внимание уделяется использованию современных информационных и коммуникационных технологий для повышения эффективности обучения. Однако, наряду с активным внедрением цифровых инструментов, важным направлением становится их оптимальное использование, чтобы обеспечить студентам максимально эффективный и удобный доступ к образовательным ресурсам и пространству учебного заведения. В этом контексте встает вопрос о возможности создания виртуальной трехмерной модели колледжа, которая позволила бы студентам и преподавателям более наглядно и интерактивно взаимодействовать с учебным процессом и пространством колледжа в будущем.

Актуальность данного исследования - Инновации в образовании: Развитие цифровых технологий предоставляет уникальную возможность пересмотра традиционных методов обучения и внедрения инновационных подходов. Создание трехмерной модели будущего колледжа цифровых технологий "АЙТЫЫН" подтверждает стремление к современным образовательным практикам. Оптимизация проектирования учебных заведений: Разработка трехмерной модели колледжа позволит не только визуализировать будущее образовательное пространство, но и предоставит возможность оптимизации его планировки и функциональности еще до начала строительства.

Объект исследования: Колледж цифровых технологий «АЙТЫЫН».

Предмет исследования: разработка трехмерной модели будущего колледжа цифровых технологий "АЙТЫЫН"

Цель работы - Разработать трехмерную модель будущего колледжа цифровых технологий "АЙТЫЫН".

Основные требования:

Все параметры должны повторять пропорции объекта

Задачи исследования:

1. Провести обзор разработки трехмерных моделей образовательных учреждений.
2. Собрать информацию о концепции и планах строительства будущего колледжа "АЙТЫЫН".
3. Изучить методы и инструменты разработки трехмерных моделей.
4. Создать трехмерную модель колледжа "АЙТЫЫН" на основе собранной информации.
5. Проверить созданную модель на соответствие требованиям и оценить ее эффективность.

Методы исследования - Анализ литературы и источников: Этот метод включает в себя изучение академических статей, научных публикаций, книг и других источников, связанных с разработкой трехмерных моделей образовательных учреждений и использованием виртуальной среды в образовании. Изучение документации и концепций: Проведение анализа планов строительства, архитектурных чертежей, концепций проектирования и других документов, связанных с будущим колледжем "АЙТЫЫН", чтобы полностью понять его структуру, особенности и функциональные требования.

**ГЛАВА 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

**1.2 Преимущества использования трехмерных моделей в образовании**

Применение трехмерных моделей в образовании предоставляет ряд значительных преимуществ, влияющих на эффективность учебного процесса и его качество. Рассмотрим основные из них:

**Визуализация сложных концепций**

Визуализация сложных концепций с помощью трехмерных моделей играет важную роль в образовании, поскольку позволяет абстрактным и сложным идеям стать более конкретными и наглядными. Вот несколько способов, как трехмерные модели помогают визуализировать сложные концепции:

Пространственное представление. Трехмерные модели позволяют представить объекты и процессы в трехмерном пространстве, что делает возможным рассмотрение их со всех сторон и различных ракурсов. Это особенно полезно при изучении атомных и молекулярных структур, геометрических фигур, архитектурных конструкций и других объектов.

Интерактивное взаимодействие. Студенты могут взаимодействовать с трехмерными моделями, изменяя их параметры, проводя эксперименты и наблюдая результаты в реальном времени. Например, они могут изменять параметры физических моделей, чтобы изучить их поведение в различных условиях.

Визуализация процессов и явлений. Трехмерные модели могут быть использованы для визуализации процессов и явлений, которые трудно представить в обычной двухмерной форме. Например, моделирование атмосферных явлений, механизмов действия лекарственных препаратов в организме, и т.д.

Симуляции и виртуальные эксперименты: Трехмерные модели позволяют проводить симуляции и виртуальные эксперименты, которые могут быть опасны или невозможны в реальной жизни. Например, студенты могут моделировать поведение различных автомобилей при аварийных ситуациях, изучать воздействие различных факторов на экосистемы. Визуализация сложных концепций с помощью трехмерных моделей не только улучшает понимание учебного материала, но и способствует активному и интерактивному обучению, что делает процесс обучения более увлекательным и эффективным.

**Интерактивное обучение**

Интерактивное обучение с использованием трехмерных моделей представляет собой эффективный метод обучения, который активно взаимодействует со студентами и стимулирует их участие и вовлеченность в учебный процесс. Вот несколько ключевых аспектов интерактивного обучения с трехмерными моделями:

* Активное участие студентов: Интерактивные трехмерные модели позволяют студентам активно взаимодействовать с учебным материалом, менять параметры модели, проводить эксперименты и наблюдать результаты своих действий. Это способствует глубокому пониманию материала и развитию аналитических навыков.
* Индивидуализированный подход: Интерактивные трехмерные модели могут быть настроены под индивидуальные потребности и уровень подготовки каждого студента. Это позволяет создавать персонализированные учебные среды, адаптированные под разные стили обучения и уровни сложности.
* Стимуляция учебного интереса: Использование интерактивных трехмерных моделей делает учебный процесс более увлекательным и захватывающим для студентов. Взаимодействие с учебным материалом в форме игры или виртуального эксперимента может значительно повысить уровень мотивации и интереса к изучаемой теме.
* Обратная связь и оценка: Интерактивные трехмерные модели позволяют непосредственно отслеживать прогресс студентов и предоставлять им обратную связь о результате их действий. Это помогает студентам лучше понять свои ошибки и улучшить свои навыки.
* Развитие критического мышления: Интерактивные задания с трехмерными моделями часто требуют от студентов анализа, сравнения и синтеза информации. Это способствует развитию их критического мышления и проблемно-ориентированного подхода к решению задач.

Интерактивное обучение с использованием трехмерных моделей представляет собой эффективный метод, способствующий более глубокому пониманию материала, развитию навыков самостоятельной работы и стимулирующий активное участие студентов в учебном процессе.

**Повышение мотивации**

Использование трехмерных моделей в образовании способствует значительному повышению мотивации студентов по нескольким причинам:

Интерес к учебному материалу: Трехмерные модели делают учебный процесс более интересным и увлекательным. Студенты обычно проявляют больший интерес к визуально привлекательным и интерактивным учебным материалам, что стимулирует их активное участие и увеличивает мотивацию к изучению предмета.

Практическое применение знаний: Взаимодействие со сложными трехмерными моделями позволяет студентам применять теоретические знания на практике и наблюдать результаты своей работы в реальном времени. Это помогает им лучше понимать материал и видеть его практическую ценность, что в свою очередь увеличивает их мотивацию к обучению.

Повышение самооценки: Успешное взаимодействие с трехмерными моделями и достижение результатов в учебном процессе способствует повышению самооценки студентов. Положительный опыт работы с новыми технологиями и успешное решение задач могут укрепить уверенность в своих силах и мотивировать на дальнейшие усилия.

Гибкость в обучении: Использование трехмерных моделей позволяет создавать уникальные образовательные среды, которые адаптированы под индивидуальные потребности студентов. Гибкость и персонализация учебного процесса могут увеличить мотивацию к обучению, поскольку студенты чувствуют, что учебный процесс ориентирован на них и их потребности.

Использование трехмерных моделей в образовании способствует активизации учебного процесса, повышению интереса и увлеченности студентов, что в конечном итоге приводит к улучшению их мотивации к обучению и достижению лучших результатов.

**Развитие пространственного мышления:**

Развитие пространственного мышления является одним из ключевых преимуществ использования трехмерных моделей в образовании. Пространственное мышление - это способность представлять и манипулировать объектами и пространственными отношениями в уме. Вот как использование трехмерных моделей способствует развитию этого важного умения:

Визуализация трехмерных объектов. Студенты, работающие с трехмерными моделями, имеют возможность видеть объекты и сцены в трехмерном пространстве. Это помогает им развивать способность представлять объекты в трехмерных координатах и анализировать их свойства и отношения.

Манипуляции с объектами. Взаимодействие с трехмерными моделями позволяет студентам манипулировать объектами, вращать их, изменять их размеры и расположение. Это способствует развитию умения оперировать пространственными отношениями и представлять объекты в различных положениях.

Решение пространственных задач. Работа с трехмерными моделями часто включает в себя решение пространственных задач, таких как определение расстояний, объемов, площадей и т. д. Это требует от студентов применения пространственных навыков и аналитического мышления.

Моделирование и конструирование. Создание трехмерных моделей само по себе требует развития пространственного мышления. Студенты должны уметь представлять себе структуру и форму объектов, а также понимать их взаимосвязи и взаимодействия при моделировании и конструировании.

Разработка пространственных концепций. Работа с трехмерными моделями способствует развитию у студентов пространственных концепций, таких как ориентация, координация движений, понимание направлений и т. д.

Использование трехмерных моделей в образовании не только помогает студентам улучшить понимание учебного материала, но и способствует развитию важных пространственных навыков, которые имеют широкое применение в реальной жизни и различных областях деятельности.

**Гибкость в обучении**

Гибкость в обучении, обеспечиваемая использованием трехмерных моделей, представляет собой значительное преимущество, которое способствует более эффективному и адаптивному обучению. Вот несколько аспектов гибкости в обучении при использовании трехмерных моделей:

* Доступность и универсальность: Трехмерные модели могут быть доступны студентам в любое время и из любого места, что делает обучение более удобным и доступным. Это особенно важно для студентов, обучающихся дистанционно или имеющих ограниченные возможности доступа к традиционным образовательным ресурсам.
* Персонализация учебного процесса: Трехмерные модели позволяют адаптировать учебный материал под индивидуальные потребности и уровень подготовки каждого студента. Это позволяет создавать персонализированные образовательные среды, которые учитывают особенности каждого ученика и оптимизируют их учебный опыт.
* Интерактивные возможности: Трехмерные модели обеспечивают широкий спектр интерактивных возможностей, таких как изменение параметров модели, проведение виртуальных экспериментов и взаимодействие с учебным материалом в режиме реального времени. Это позволяет студентам и преподавателям активно участвовать в учебном процессе и настраивать его под свои нужды.
* Разнообразие обучающих методов: Использование трехмерных моделей позволяет применять различные обучающие методы и стратегии, включая визуализацию, моделирование, симуляцию и игровые подходы. Это помогает студентам получать знания и навыки в более разнообразных и интересных форматах.
* Учебный прогресс и оценка: Трехмерные модели могут быть интегрированы в системы учета учебного прогресса и оценки, позволяя преподавателям отслеживать успеваемость студентов, оценивать их достижения и предоставлять обратную связь в реальном времени.

Таким образом, гибкость в обучении, обеспечиваемая использованием трехмерных моделей, способствует созданию инновационных и адаптивных образовательных сред, которые учитывают потребности и особенности каждого студента, что в конечном итоге способствует более эффективному и качественному обучению.

**1.2 Трехмерное моделирование: Виды и процесс**

Терминология "3D-моделирование" относится к процессу использования специализированного программного обеспечения для создания трехмерного представления объекта. 3D-модель — это представление, которое может выражать размер, форму и текстуру объекта. Вы можете создавать 3D-модели как существующих продуктов, так и проектов, которые еще предстоит реализовать в реальном мире. Чтобы узнать больше о том, "что такое 3d моделирование?" Продолжайте читать.

В строительной отрасли 3D-модели рабочей площадки могут использоваться для управления машинами. Точки, линии и поверхности, составляющие реальную среду, включены в эти представления. Они используют координатные данные, которые показывают, где находятся горизонтальные и вертикальные точки по отношению к точке отсчета. Благодаря этим пространственным связям представление можно рассматривать с разных точек зрения.

В системе управления машиной используются различные датчики позиционирования, которые передают операторам такие данные, как заданный уклон и положение ковша или отвала. Операторы машин могут использовать 3D-модель для подтверждения правильности выполнения работы. Рабочие могут найти точки модели на поле с помощью технологии GPS, а датчики на машинах могут сообщить им, где они находятся по отношению к точкам модели.

Эти методы контроля помогают командам воплотить 3D-модель в реальность, направляя оборудование на точное создание линий, точек и поверхностей, указанных в модели. 3D-модели также могут использоваться командами для оценки проекта, дизайна и соответствия экологическим нормам. Эти модели особенно полезны при проведении предварительных торгов, поскольку позволяют подрядчикам опробовать несколько вариантов дизайна и объяснить свои соображения.

Типы 3D-моделирования:

Существует три основных типа 3D-моделирования в САПР: твердотельный, каркасный и поверхностный, каждый из которых имеет свой набор преимуществ и недостатков. Конечно, существуют и другие, но большинство из них являются либо подмножествами этих трех, либо узкоспециализированными для своих целей.

1. Твердотельное моделирование

В твердотельном моделировании используются трехмерные формы. Формы могут быть разными, но при соединении они работают как строительные блоки. В зависимости от исходных данных, одни из этих блоков вносят материал, а другие его вычитают. В некоторых приложениях можно использовать модификаторы, чтобы работать с твердыми телами, как будто они были выточены в мастерской. Твердотельное моделирование просто в использовании, как с точки зрения опыта пользователя, так и с точки зрения вычислительной мощности компьютера.

2. Моделирование каркаса

Когда поверхность сложная и изогнутая, на помощь приходит каркасное моделирование. Базовые строительные блоки твердотельного моделирования со временем становятся слишком тупыми для некоторых целей, в то время как моделирование проволочного каркаса позволяет усовершенствовать все более сложные конструкции. Однако при повышении уровня сложности появляются некоторые недостатки.

3. Поверхностное моделирование

Моделирование поверхностей - это следующий уровень сложности. Гладкие поверхности и безупречная интеграция требуются для высокопрофессиональных приложений, с которыми могут справиться более сложные программы, требующие больше работы и вычислительных мощностей. Однако вы можете создавать формы, которые было бы совершенно невозможно построить с помощью двух других методов.

Процесс 3D-моделирования

Ниже приведен процесс 3d-моделирования.

Шаг 1: блокировка

На первом этапе художник создает грубые модели 3D-объектов и организует их для построения сцены. Он концентрируется на оболочке и границах объекта. На этом этапе отображаются основные позы и расположение объектов или персонажей, которые будут построены.

Шаг 2: Детализация

На этом этапе художник добавляет детали к исходным блокам 3D-модели. Модели становятся более гладкими и детализированными, они приближаются к своей окончательной форме. Чтобы подготовить сцену к текстурированию, некоторые художники на этом этапе дополнительно расставляют освещение и расположение камер.

Шаг 3: Текстурирование

Переходим к текстурированию! Добавляя цвета, рисунки и текстуры к модели, художник может сделать ее более реалистичной. Другими словами, это искусство одевания 3D-моделей. На этом этапе вам пригодятся знания о UV mapping и о том, как текстуры используются в различных приложениях.

На этом этапе художники могут сделать все возможное, чтобы придать сцене правдоподобность. Итак, что же делать дальше? Как правило, 3D-художники полагаются на фотографии или снимки материалов. При этом крайне важно обеспечить детализацию, поскольку слишком идеальный сценарий теряет правдоподобность. Поэтому мы не скупимся на тени, края стола, уплотнения и другие детали.

Шаг 4: Рендеринг

Постепенно сцена становится все более детальной и точной, приближаясь к конечному продукту. После завершения текстурирования и освещения художник переходит к рендерингу сцены. Во время этой процедуры обычно выявляются ошибки, и художник соответствующим образом улучшает свою работу.

**1.3 Пример построения трехмерной модели учебного заведения**

Трёхмерная графика широко используется для создания различных изображений на плоскости экрана или листа печатной продукции, в науки промышленности, например, в системах автоматизации проектных работ, архитектурной визуализации, в современных системах медицинской визуализации.

Самое широкое применение — в современных компьютерных играх, а также как элемент кинематографа, телевидения, печатной продукции, рекламы.

Каждый объект имеет немалое количество разнообразных свойств. В процессе построения модели выделяются наиболее значимые свойства: модель самолета должна иметь геометрическое подобие оригиналу; модель атома — правильно отражать физические взаимодействия; архитектурный макет города — ландшафт. Признаки, которые описывают какое-либо свойство объекта и могут принимать разнообразные значения, называются параметрами модели. Проектирование системы включает оценку и принятие решений по выбору компонентов системы, которые отвечают её составу и укладываются в установленные ограничения.

По отраслям деятельности проектирование делится на:

‒ проектирование инженерных систем;

‒ архитектурно-строительное проектирование;

‒ градостроительное проектирование;

‒ дизайн интерьера;

‒ ландшафтный дизайн;

‒ проектирование программного обеспечения.

Понятие моделирования достаточно сложное: оно включает в себя огромное разнообразие способов моделирования: от создания натуральных моделей (уменьшенных и или увеличенных копий реальных объектов) до вывода математических формул.

Для различных явлений и процессов бывают уместными разные способы моделирования с целью исследования и познания. Хотя модель и может быть точной копией оригинала, но чаще всего в моделях воссоздаются какие-нибудь важные для данного исследования элементы, а остальными пренебрегают. Это упрощает модель. Но, с другой стороны, создать модель — точную копию оригинала — бывает абсолютно нереальной задачей. Например, если моделируется поведение объекта в условиях космоса. Можно сказать, что модель — это определенный способ описания реального мира.

Моделирование проходит три этапа:

создание модели;

изучение модели;

применение результатов исследования на практике и/или формулирование теоретических выводов.

В настоящее время под компьютерной моделью чаще всего понимают программу или программный комплекс, позволяющий с помощью последовательности вычислений и графического отображения их результатов воспроизводить (имитировать) процессы функционирования объекта, системы объектов при условии воздействия на объект различных, как правило, случайных, факторов.

Для компьютерного моделирования важно наличие определенного программного обеспечения. При этом программное обеспечение, средствами которого может осуществляться компьютерное моделирование, может быть как достаточно универсальным, например, обычные текстовые и графические процессоры, так и весьма специализированными, предназначенными лишь для определенного вида моделирования. Компьютерное моделирование дает возможность: ‒ расширить круг исследовательских объектов — становится возможным изучать не повторяющиеся явления прошлого и будущего, объекты, которые не воспроизводятся в реальных условиях; ‒ визуализировать объекты любой природы, в том числе и абстрактные; ‒ исследовать явления и процессы в динамике их развертывания; ‒ управлять временем (ускорять, замедлять и т. д.); ‒ совершать многоразовые испытания модели, каждый раз возвращая её в первичное состояние; ‒ получать разные характеристики объекта в числовом или графическом виде; ‒ находить оптимальную конструкцию объекта, не изготовляя его пробных экземпляров; ‒ проводить эксперименты без риска негативных последствий для здоровья человека или окружающей среды.

С появлением мощных компьютеров распространилось графическое моделирование на основе инженерных систем для создания чертежей, схем, графиков; современные 3D редакторы хорошо моделируют не только объекты, но и освещение, формируют тени, имитируют солнечный или электрический свет. Это позволяет оценить модель со всех сторон, под разными углами на стадии проектирования. При разработке архитектурных и дизайнерских проектов компьютерное моделирование — одна из основных составляющих проекта. Позволяет получить реальную и четкую картинку объекта как снаружи, так и внутри с любого ракурса.

В рамках данной работы создана виртуальная 3D модель учебного заведения на основе КГУ «СОШ № 52 имени академики Е. А. Букетова» Модель соответствует требуемым критериям производительности и надежности. Объемы здания и участок основаны на требованиях, предоставляемые заказчиком. Целью данной работы является построение 3D модели учебного заведения для дальнейшего использования в качестве наглядного примера для усовершенствования учебного заведения и прилегающего к нему участка.

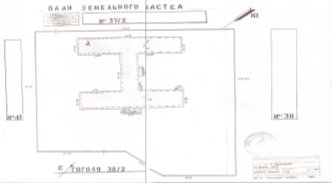


Рис. 1. План учебного заведения

Трёхмерное изображение на плоскости отличается от двухмерного тем, что включает построение геометрической проекции трёхмерной модели сцены на плоскость с помощью специализированных программ. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала). Процесс создания 3D модели состоит из следующих этапов:

1 этап. План. Невозможно что-либо построить, когда не знаешь точно, что надо. Поэтому любой архитектурный проект надо начать с создания плана архитектурного сооружения.

2 этап. Возведение стен. После создания плана здания можно приступить к возведению стен учебного заведения. Для этого необходимо с помощью инструмента «Прямоугольник» или «Карандаш» начать строить план школы, затем с помощью инструмента «Тяни/Толкай» вытянуть стены.

3 этап. Создание проемов для окон и дверей. Проемы для стен и окон делаются с помощью инструмента «Тяни/Толкай».

4 этап. Создание компонентов, таких как окна, двери, парты. Каждый элемент школы представляет из себя отдельный компонент, который можно импортировать в другие модели.

5 этап. Применение текстур к компонентам и стенам здания. В комнатах для учеников среднего и старшего возраста должны быть созданы условия для учебы и отдыха. Чтобы достигнуть этого, нужно применять в дизайне помещений светлые сдержанные тона (серые, серо-голубые, серо-зеленые, бежевые) или белый. Стены таких тонов способствуют сосредоточенной учебе и являются прекрасным фоном для рисунков, спортивного снаряжения, моделей и других предметов.

6 этап. Создание площадок для занятий физической культуры и географической площадки. Для занятий физической культурой создано футбольное поле, баскетбольная площадка и различные турники.

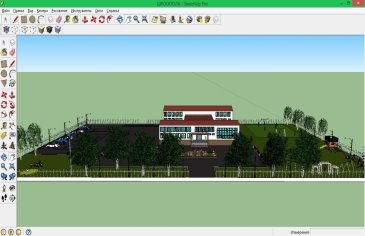
7 этап. Создание анимации в Google SketchUp.

8 этап. Визуализация 3D модели. Визуализация модели производится с помощью плагина V-Ray для более реалистичного изображения.

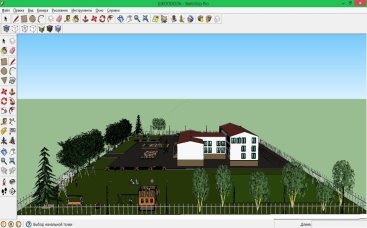
9 этап. Компоновка полученной анимации в видеофайл.



Вид модели сверху



Вид модели спереди



Вид модели справа



Вид модели слева

Список использованной литературы

1. Джон Элис. Компьютерное проектирование для архитекторов. — СПб.: Питер, 2019. — 209 с.
2. Аббасов И. Б. Компьютерное моделирование в промышленном дизайне. — М.: ДМК Пресс, 2017. — 192 с.
3. Петелин А. Ю. 3D-моделирование в Google SketchUp — от простого к сложному. Самоучитель. — М.: ДМК Пресс, 2018. — 340 с.
4. Тутанов С. К., Даненова Г. Т., Ахметжанов Т. Б. Автоматизированный расчет металлоконструкций башен. Казахстан, «Труды Университета», № 2, 2018г.
5. Алимов И.Г. 3Dtotal.com. Анатомия для 3D-художников. Курс для разработчиков персонажей компьютерной графики. 2020 – 31с.
6. Большаков В.П. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий V17 и выше.
7. Большаков, Д. И., 3D моделирование / Большаков Д. И. : Техатека, 2018 . - 34 с.
8. Вячеслав Никонов, КОМПАС-3D: создание моделей и 3D-печать. 2020. -54с.
9. Ганеев, Р.М. 3D-моделирование персонажей: Учебное пособие для вузов / Р.М. Ганеев. - М.: ГЛТ, 2018. - 284 c.
10. Гэбриел Гамбетта, Компьютерная графика. Рейтрейсинг и растеризация. 2019 – 44с.
11. Демерс Оуэн, Цифровое текстурирование и живопись. 2018. - 202с.
12. Зеньковский, В. 3D-моделирование на базе Vue xStream: Учебное пособие / В. Зеньковский. - М.: Форум, 2019. - 384 c.
13. Климачева, Т.Н. AutoCAD. Техническое черчение и 3D-моделирование. / Т.Н. Климачева. - СПб.: BHV, 2018. - 912 c.