

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 09.04.03 Прикладная информатика
 Отделение информационных технологий

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ
**Проектирование и разработка инструментария для архитектурной визуализации
 пространства в UnrealEngine4**

УДК 004.415.004.92.84

Студент

8КМ61	Ефремов Георгий Александрович		
Группа	ФИО	Подпись	Дата

Руководитель

доцент	Чердынцев Евгений Сергеевич	к.т.н., доцент		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

По разделу «Социальная ответственность»

Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ОП 09.04.03 «Прикладная информатика» Доцент ОИТ ИШИТР	Марухина О.В.	к.т.н., доцент		
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Томск – 2018 г.

**Планируемые результаты обучения по программе
09.04.03 – Прикладная информатика**

Код	Результат обучения
P1	Применяет базовые и специальные знания в области современных информационно-коммуникационных технологий для решения междисциплинарных инженерных задач.
P2	Проводит теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретацию полученных данных в области информатизации и автоматизации прикладных процессов и создания, внедрения, эксплуатации и управления информационными системами в прикладных областях
P3	Внедряет, сопровождает и эксплуатирует современные информационные системы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
P4	Активно владеет иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.
P5	Владеет и применяет методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе глобальных компьютерных сетей.
P6	Эффективно работает индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрирует ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации
P7	Самостоятельно учится и непрерывно повышает квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности
Профиль «Системы корпоративного управления»	
P8	Применяет глубокие профессиональные знания основ построения информационных технологий и систем, достаточные для решения научных и профессиональных задач производства. Знает современные проблемы и методы прикладной информатики и научно-технического развития информационных технологий.
P9	Ставит и решает задачи комплексного анализа, связанные с информатизацией и автоматизацией прикладных процессов; созданием, внедрением, эксплуатацией и управлением информационными системами в прикладных областях, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P10	Способен организовывать работы по моделированию прикладных ИС и реинжинирингу прикладных и информационных процессов предприятия и организации. Способен управлять проектами по информатизации прикладных задач и созданию ИС предприятий и организаций.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.04.03 «Прикладная информатика»
Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП 09.04.03 «Прикладная информатика»

_____ _____ Марухина О.В.
(подпись) (дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
--

Студенту:

Группа	ФИО
8КМБ1	Ефремову Георгию Александровичу

Тема работы:

Проектирование и разработка инструментария для архитектурной визуализации пространства в UnrealEngine4	
утверждена приказом директора	20.04.2018 г. №2796/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2018г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы(непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Объект исследования: Главный корпус НИ ТПУ, Томск, проспект Ленина, 30. Архитектурная визуализация, построение сцены.
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности архитектурных визуализаций. 2. Анализ программ по трехмерному моделированию. 3. Анализ игровых движков. 4. Рекомендуемый программный комплекс для архитектурной визуализации. 5. Анализ имеющихся решений 6. Историческая справка 7. Проектирования объекта архитектурной визуализации в UnrealEngine4
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Архитектурная визуализация: построение трехмерной модели объекта исследования,</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Старикова Екатерина Васильевна
Социальная ответственность	Авдеева Ирина Ивановна
Раздел ВКР на иностранном языке	Краснова Татьяна Ивановна
Раздел 2	

Названия разделов, которые должны быть выполнены на русском и иностранном языках:

Обзор программ для создания интерактивных приложений
--

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Чердынцев Евгений Сергеевич	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Ефремов Георгий Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8КМ61	Ефремову Георгию Александровичу

Школа	ИШИТР	Отделение	ИТ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	09.04.03 «Прикладная информатика»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования являются программные средства для создания архитектурных визуализаций. Данный программный комплекс будет применяться специалистами для создания архитектурных визуализация на UnrealEngine4.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; -действие фактора на организм человека; -приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующие нормативно-технический документ); -предлагаемые средства защиты; -сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - механические опасности (источники, средства защиты); - термические опасности (источники, средства защиты); -электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); -пожаровзрывобезопасность (причины профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Условия труда работающих характеризуется возможностью воздействия на них следующих вредных производственных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата в помещении; - Недостаточная освещённость рабочей зоны. - Зрительное напряжение; Умственное перенапряжение - Повышенный уровень шума. - Повышенная температура ПК; - Повышенный уровень электромагнитных излучений; <p>К опасным факторам относится:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрический ток Короткое замыкание Статическое эл-во
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> -защита селитебной зоны 	<p>Анализ негативного воздействия на окружающую природную среду:</p>

<ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решение по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды 	<p>переработку бумажных отходов, утилизация люминесцентных ламп, компьютеров и другой оргтехники.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор наиболее типичной ЧС; - разработка первичных мер по предупреждению ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>Возможные ЧС на объекте: короткое замыкание электрической цепи может повлечь возгорание, которое грозит уничтожением документов и другого имеющегося оборудования. В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85); огнетушитель ручной углекислотный ОУ-5.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны), правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78: рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;</p> <p>Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте; рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Ефремов Георгий Александрович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8КМ61	Ефремову Георгию Александровичу

Школа	ИШИТР	Отделение	ИТ
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	09.04.03 «Прикладная информатика»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Расчет капитальных вложений при использовании компьютерной техники, соответствующей минимальным техническим требованиям для работы программного комплекса. Расчет капитальных вложений при использовании компьютерной техники, соответствующей рекомендуемым техническим требованиям для работы программного комплекса.</i>
2. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Расчет срока окупаемости, чистого дисконтируемого дохода</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Капитальные вложения модернизаций</i> 2. <i>Показатель экономической эффективности вариантов</i> 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Ефремов Георгий Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 159 листов, 78 рисунков, 28 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: моделирование, проектирование, архитектурная визуализация, UnrealEngine4, 3DsMax, ZBrush, Autodesk Maya

Объектом исследования является: главный корпус Научного исследовательского Томского Политехнического Университета.

Целью данной работы является: Анализ существующих решений для архитектурной визуализации, разработка элементов для архитектурной визуализации объектов исторического наследия.

Научная новизна исследования заключается:

- в подборе оптимальных путей и способов разработки моделей для создания архитектурной визуализации.

В результате исследования был предложен программный инструментарий, который позволит значительно сократить время разработки архитектурных визуализаций.

Степень внедрения: проведено исследование, сделаны рекомендации.

Область применения: проектирование объектов архитектурной визуализации

Экономическая эффективность: Данная работа послужит для компьютерной архитектурной визуализации объектов исторического и культурного наследия.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010, программах для трёхмерного моделирования 3DsMax, Zbrush и программное обеспечение для создание компьютерной интерактивной визуализации UnrealEngine4.

Обозначения сокращений

В настоящей работе использованы следующие обозначения и сокращения:

МКО – метод количественной оценки

ПЭВМ – персональная электронная вычислительная машина

NURBS – неоднородный рациональный B-сплайн, математическая форма, применяемая для генерации и представления кривых и поверхностей.

ИД – игровой движок

Оглавление

Введение	12
Глава 1.	14
1.1. Обзор имеющихся решений.....	14
1.2. Анализ предлагаемых инструментов для реализации проекта.....	17
1.2.1 Анализ трёхмерных редакторов	17
1.2.2. Анализ программ для создания интерактивных визуализаций.....	24
1.3. Вывод по главе 1.....	30
Глава 2 Работа в выбранном инструментарии	34
2.1 Описание выбранного инструментария.....	34
2.1.1 Технические компоненты	34
2.1.2 Программные компоненты для создания виртуальной среды	36
2.1.3 Программные компоненты для создания архитектурных элементов	44
2.2 Общий вывод по главе.....	48
Глава 3 Разработка архитектурной визуализации главного корпуса Томского Политехнического Университета.	49
3.1. Историческая справка объекта.....	49
3.2. Анализ имеющихся решений	52
3.3. Создание архитектурной визуализации в предлагаемом инструментарии	58
На этом создание простого пользовательского интерфейса закончено. При запуске проекта будет появляться окно главного меню с элементами настройки разрешения экрана, при переходе между сценами проекта будет показываться экран загрузки.	86
3.4. Вывод по главе 3.....	86
Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	87
Введение	87
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований	87
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	87
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	89
4.1.3 Технология QuaD	90
4.1.4 SWOT-анализ.....	91
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	92
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования	92
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ	93
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования	95
4.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	102

4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.....	102
4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	103
4.3.3 Дополнительная заработная плата.....	104
4.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	105
4.3.5. Накладные расходы	106
4.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	106
4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	107
Общий вывод по разделу:	110
Глава 5 Социальная ответственность.....	111
Введение	111
5.1 Анализ опасных вредных факторов и возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих во время работы оператора ЭВМ	112
5.1.1 Уровень шума на рабочем месте	112
5.1.2 Микроклимат.	115
5.1.3 Электромагнитное и ионизирующее излучения	117
5.1.5 Недостаточная освещенность	118
5.2. Анализ психофизических факторов	121
5.2.1 Статические нагрузки и монотонность труда	121
5.2.2. Перенапряжение зрения	123
5.2.3. Умственное перенапряжение.	124
5.3 Анализ выявленных опасных факторов.....	125
5.4 Экологическая безопасность.....	127
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	128
5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	130
Общий вывод по разделу	133
Заключение	134
Список литературы	135
Приложение А.....	137

Введение

Любой музей представляет собой частицу истории, и без знания истории сложно представить и построить будущее. К сожалению, в наше время мало людей, особенно подростков, которые бы интересовались музеями и историей.

Посещение таких учреждений обогащает внутренний мир человек, дает возможность ему прикоснуться к истории и прошлому, а также увидеть многие предметы, которые он уже не встретит в современной жизни

Через новые технологии появляется возможность привлечь людей к изучению музеев, ведь легче и удобнее изучить виртуальный музей, чем проводить традиционную экскурсию. Сами пути решения представляют собой изучения новых программных продуктов, самого музея и оцифровка или моделирование экспонатов и предметов интерьера и экстерьера.

В нынешнем обществе весьма значительно стоит проблема сбережения культурного наследия, так как от этого во многом зависит перспектива страны, а также семей и подрастающего поколения. И, безусловно, сложно представить различную деятельность в отсутствии такого условия, как информационное обеспечение.

Проведя исследование, было выявлено, что изучение музея с помощью новых технологий вызывает живой интерес среди школьников и студентов, а значит, люди станут больше интересоваться объектами исторического наследия, а следовательно, и узнавать больше о собственной истории.

Актуальность темы: Музеи, как и другие объекты исторического наследия, – это хранилища накопленного человечеством опыта и ценностей. Но накопления эти должны работать. Создание виртуальной визуализации или экспозиции во многом способствует приобщению школьников и студентов к истории. Эти технологии позволяют стимулировать их познавательную активность и повышают эффективность обучения с помощью внедрения интерактивных и сетевых форм.

Виртуальные (интерактивные и сетевые) формы взаимодействия пользователя с экспонатами значительно расширяют рамки традиционного музея, и могут представлять собой некий синтез, объединяющий в себе несколько вариаций музея, зачастую исключаящие друг друга в реальности (“музей – экспозицию”, “музей – мастерскую”, “музей-театр”, “музей – игровое пространство, досуговый центр”, «музей-креативная лаборатория»).

Создание виртуальных визуализаций позволит расширить аудиторию посетителей и сделать объекты исторического наследия более доступными для изучения и посещения. Разработка и проектирование инструментария для создания архитектурных визуализаций является сложным комплексом и определяет ряд задач.

Первая задача – создать архитектурную визуализацию максимально близкую к оригинальному объекту.

Вторая задача – расположить имеющиеся элементы на виртуальной сцене таким образом, чтобы в реальности посетитель смог ориентироваться в объекте визуализации.

Третья задача – использовать имеющиеся технологии и подготовить накопленный инструментарий для дальнейшего использования будущими разработчиками.

Цель работы: Анализ существующих инструментов создания виртуальных визуализаций и создание архитектурной визуализации главного корпуса ТПУ. Для реализации поставленной цели необходимо выполнить следующий задачи.

1. Провести анализ существующих комплексных решений для создания виртуальных экскурсий и архитектурных визуализаций;
2. Провести подготовку для создания архитектурной визуализации главного корпуса Томского Политехнического Университета;
3. Разработать архитектурную визуализацию главного корпуса Томского Политехнического Университета;

Методология и методы исследования: в данной работе проведен анализ информации по вопросу архитектурной визуализации в среде UnrealEngine4.

С помощью программы 3d моделирования были построены 3d модели архитектурных элементов, которые могут использоваться для интерьера и экстерьера создаваемых визуализаций, впоследствии с помощью программного обеспечения для создания интерактивных компьютерных приложений UnrealEngine4 был разработан проект главного корпуса Томского Политехнического Университета.

Научная новизна исследования заключается в подборе оптимальных путей и способов разработки моделей для создания архитектурной визуализации. Виртуальная экскурсия — это замечательное приключение в мир новых или узнаваемых вещей, которая станет отправной точкой к пробуждению желания реального посещения места исторического наследия теми, кто ее посетит.

Глава 1.

1.1. Обзор имеющихся решений

На данный момент разработка полностью виртуальных конструкторов экспозиции музеев редко используется. В основном под виртуальным музеем понимается систематизация экспонатов в базу данных с их описанием и размещение в сети Интернет полного списка экспозиции для привлечения посетителей.

Также наиболее распространённым вариантом реализации виртуального пространства является создание пошаговых панорамных экспозиций и размещение полученных фотографий на официальном сайте учреждения.

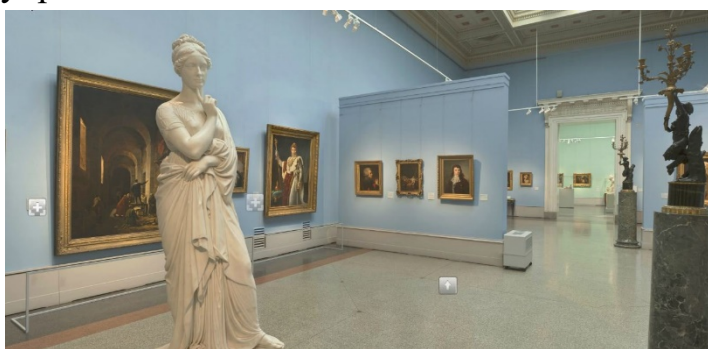


Рис.1.1. Панорамная экспозиция музея им.Пушкина

Однако, фирма "Параграф" создала в 1996 году продукт Virtual Home Space Builder (VHSB), предназначенный для создания виртуальных трехмерных миров, которые можно выставить в Сети на всеобщее обозрение[3].

С помощью этого продукта (оригинальное русское название - "Конструктор виртуальных миров") можно "строить" многоэтажные здания и по своему вкусу покрывать стены различными текстурами. На стены можно "вешать" компьютерные картинки, как статические, так и анимационные, и подключать к ним музыкальное сопровождение.



Рис.1.2. Виртуальный музей "ПараГрафа"

С момента выхода данного приложения прошло уже много лет и технологии сделали огромные шаги вперед. В своём интервью порталу «Теплица социальных технологий» заместитель директора по информационным технологиям Государственного музея изобразительных искусств имени А.С. Пушкина Владимир Определёнов говорит, что на данный момент уже существуют чёткие определения, что можно считать виртуальным музеем, а что не может носить такое название. «Виртуальная реальность – это реальность, в которую мы эмоционально погружаемся за счет ощущений, звуков, видеоряда. Стоит признать, что виртуальных музеев с полным погружением еще не существует.» - говорит Владимир Определёнов. Однако с появлением технологий виртуальной реальности и всё большим распространением, и удешевлением средств разработки в виртуальной среде, создание «полностью виртуального» музея уже становится возможным.

Так, например, движок UnrealEngine (с версии 4.10) позволяет работать и выгружать полученные проекты в виртуальной реальности. Конечно, на данный момент технология ещё не до конца оптимизирована, но работа в очках виртуальной реальности позволяет разработчику лучше прочувствовать создаваемые им уровни и интерьеры.



Рис.1.3. Работы по редактированию уровня в очках виртуальной реальности в движке UnrealEngine

Движок не ставит ограничения по размеру экспозиции или по расположению объектов на сцене, единственное ограничение – это воображение пользователя и его желание. Конечно, перед работой в данном движке необходимо изучить его основы и способы эффективной работы в нём.

Как было сказано выше, разработка виртуальных конструкторов не нова, и различные отраслевые решения появляются, время от времени. Однако решения в сфере моделирования музеев за последние несколько лет развивались исключительно в качестве фото экспозиции, что отсекает

гигантские возможности игровых движков и технологий 3d-моделирования в целом.

На данный момент понятия «виртуальный музей» содержит в себе собрание разного рода Web-страниц и разного рода контента. Подобные странички содержат в себе сборники и фотографии экспонатов из разнообразных художественных собраний. Такого рода виртуальный музей можно сделать в варианте каталога (плоский). Есть ещё один вид, когда «гость» способен проделать путь по залам или комнатам и любоваться экспонатом со всех сторон (трёхмерным). «Гость» такого музея может самостоятельно выбрать любой понравившийся ему объект, посмотреть его. А также при желании сохранить себе на компьютер. На сегодняшний день это прекрасный способ решить проблему объединения новейших технологий и культуру.

Решение в сфере трёхмерного моделирования имеет огромные преимущества. Основными плюсами данной работы можно назвать её практичность, сравнительную простоту в освоении и дальнейшая возможность совершенствования. Конечно, для дальнейшего улучшения базовой программы необходим багаж знаний и умения, именно для этой цели в планах магистерской работы будет стоять разработка гайда по работе в трёхмерных редакторах, движке UnrealEngine и объяснения механизмов работы.

Можно сказать, что на разработку инструментария для создания виртуальных пространств, а конкретнее музеев, следует выбирать программы, которые максимально удобны, просты в освоении и (если не планируется коммерческое использование) предоставляют максимальные возможности бесплатно. В сети Интернет есть множество статей, в которых расхваливается тот или иной игровой движок, или превозносится одна программа для 3d-моделирования, а другие уничижаются. В данной работе мною была осуществлена попытка объективно рассмотреть плюсы и минусы этих программ на данный момент и обосновать свой выбор инструментария. Также, проведённый анализ с перечислением плюсов и минусов этих программ поможет будущим пользователем выбрать наиболее подходящий для себя вариант инструментария.

1.2. Анализ предлагаемых инструментов для реализации проекта

1.2.1 Анализ трёхмерных редакторов

В настоящий момент существует огромное множество программ, предназначенных для трёхмерного моделирования. С их помощью можно создавать как отдельные изображения и объекты, так и совмещать компьютерную графику с реальным видео.

Индустрия предлагает большой выбор решений для различных задач, данные программы изумляют и вызывают у многих интерес к трёхмерному моделированию и анимации. Однако, выбрать редактор для конкретных целей остаётся трудной задачей. Для того чтобы не тратить впустую время, необходимо взвесить все сильные и слабые стороны каждой из имеющихся программ.

Blender от Blender Foundation

Это свободно распространяемое ПО для трёхмерного моделирования и анимации.

Создание подобных приложений — это невероятно трудная задача. Учитывая тот факт, что единственной наградой разработчики будут благодарности 3D-художников со всего мира, задача по созданию бесплатного профессионального редактора трёхмерной графики невозможно и просто напросто не реализуемо. Однако проект от разработчиков из команды Blender Foundation не только увидел свет, но, благодаря усилиям сообщества, продолжает развиваться и по сей день, не уступая ни в чем коммерческим аналогам.

Особенностью, которая позволяет Blender быть конкурентоспособным — это то, что к работе над Blender может присоединиться пользователь любого уровня. Широкий выбор инструментария, который появился в этой программе, обновлялся огромным числом независимых пользователей, разработавших и создававших те или иные функции для реализации собственных задач.

Весомым преимуществом данной программы является кроссплатформенность. Blender одинаково производительна и стабильно себя показывает как в Linux, так и в Windows. Кроме того, программа хороша себя показывает даже на ПК с очень слабыми техническими показателями, вплоть до компактных решений, таких как нетбуки.

Минимальные требования: одноплатформенный процессор с частотой от 1 ГГц, оперативная память от 512 Мбайт и видеокарта с объёмом памяти от 64Мбайтс поддержкой OpenGL.

Для создания трехмерной графики в программе предусмотрен широкий арсенал средств. В Blender существует возможность оперировать системами и группами частиц, контролировать веса отдельных частиц при текстурировании, а так же задавать направление для частиц при анимации и использовать внешние силы, такие как ветер.

Для создания эффекта текучих тел, таких как дым или жидкость, в программе предусмотрен симулятор «текучих» частиц, или флюидов, который даёт разработчику возможность просчитывать движение частиц.. Так же пользователь может просчитывать физические задачи, например моделирование поведения мягких тел, в режиме реального времени. Программа позволяет редактировать NURBS-поверхности, использовать в работе метаболы и настраивать оснастку персонажей.

Возможности:

- полигональное моделирование, сплайны, NURBS-кривые и поверхности;
- режим лепки;
- система частиц;
- динамика твердых и мягких тел: жидкость, шерсть/волосы и т.д.;
- скелетная анимация;
- встроенные механизмы рендеринга и интеграция со сторонними визуализаторами;
- редактор видео;
- функции создания игр и приложений (Game Blender).

Плюсы: доступность, открытый код, кроссплатформенность, небольшой размер (около 50 мегабайт), широкий функционал.

Минусы: отсутствие документации в базовой поставке.

3DsMax от Autodesk

Полнофункциональная профессиональная программа для создания и редактирования графики и анимации.

Данный трёхмерный редактор пользуется в России и во всём мире заслуженной популярностью. В большей степени это связано с тем, что редактор от Autodesk больше направлен на архитектурную деятельность. Еще до начала активного этапа строительства в 3DsMax можно создать трехмерную фотореалистичную модель интерьера или экстерьера, продемонстрировав заказчику конечный результат и внести изменения ещё до того, как зазвучали молотки.

В 3DsMax огромное количество инструментов, используемых при моделировании архитектурных визуализаций — от заготовок дверей и окон, а также других элементов интерьера, до средств оживления окружения, таких

как растительность, лестницы и ограды. Также в данном программном комплексе присутствуют элементы, позволяющие произвести анализ и настройку карты освещенности трехмерного проекта. Дополнительно, для облегчения создания конечного графического продукта, в программу интегрирован фотореалистичный визуализатор. Данная надстройка позволяет добиться высокой степени правдоподобности просчитываемого изображения.

При всей своей сложности, 3DsMax имеет довольно низкий порог вхождения и легко изучается. Большое количество дополнения, или «плагинов» компенсирует отсутствие какого-либо специфического инструмента. При помощи подобных дополнений можно существенно расширить стандартные возможности приложения.

Разберём например, модуль Afterburn. Данный плагин даёт возможность создавать реалистичные взрывы, а после установке Dreamscape 3DsMax получает дополнительные возможности для создания воды и природных ландшафтов.

К ещё одному плюсу 3DsMax возможность добавить к стандартному набору инструментов огромное количество альтернативных программ-визуализаторов. Помимо встроенных инструментов, таких как mentalray, для 3DsMax можно задействовать улучшенные и более быстрые и точные системы визуализации, например finalrender, V-ray и Maxwellrender.

3DsMax позволяет пользователю очень гибко управлять частицами, создавая самые разные эффекты. До внедрения специализированного инструмента для имитации трёхмерных волос и шерсти(модуль HairAndFur), расчётом физики волос занимался встроенный модуль ParticleFlow. При его использовании, аниматорам удавалось описывать систему частиц таким образом, что получалось довольно реалистичная иллюзия волос на объектах.

После появления специального модуля HairandFur работа со столь сложным элементом трёхмерной модели, как волосы и шерсть и сильно упростилась. В данный момент, работа с волосами персонажа больше напоминает работу парикмахера.

Минимальные требования: двухядерный процессор, работающий на частоте не ниже 2,4ГГц, 4 GB оперативной памяти (желательно двуканальной), не менее 512мб видеопамати с поддержкой технологий Direct3D 9, Direct 3D 10 или же OpenGL.

Возможности:

- моделирование на основе полигонов, сплайнов и NURBS,
- мощная система частиц,
- модуль волосы/шерсть,

- расширенные шейдеры Shader FX,
- поддержка новых и усовершенствованных механизмов Iray и mental ray.
- анимация толпы,
- импорт из Revit и SketchUp,
- интеграция композитинга.

И многое другое.

Плюсы: огромный функционал, множество плагинов и обучающей информации.

Минусы: требуются обновления для конкуренции с более «молодыми» программами.

ZBrush 4 от Pixologic

Программа для 3D-моделирования, отличительной особенностью которой является технология, так называемая, «трёхмерная лепка».

Данный вид создания трёхмерных моделей наиболее схож с лепкой. 3D-художник, при помощи виртуальных кистей, изменяет форму базовой модели и придает нужную форму объекту при помощи стандартных команд «вдавливания» или «вытягивания».

Изначально существовало бесплатное приложение Sculptris, разработанное шведским программистом Томасом Петерсоном. Темпы его развития были стремительными, и популярность программы в среде 3D-художников стала расти. Эти факты подтолкнули разработчиков коммерческого аналога программы для трёхмерной лепки – Zbrush, созданной компанией Pixologic – к приглашению разработчика-энтузиаста в свои ряды, в результате чего программа была включена в пакет ZBrush. На сегодняшний день является лидером среди программ в сфере трёхмерной лепки.

Имеющийся в программе Sculptris инструментарий совершенно бесполезен для обладателей мощного пакета ZBrush. Многие нововведения, которые разработал Петерсон, просто дублируются в ряде инструментов ZBrush.

Вероятнее всего, имеющаяся в открытом доступе бесплатная версия Sculptris не будет обновляться и останется в замороженном состоянии. Однако даже уже внедрённые функции очень полезны для сложного моделирования, в особенности органических объектов (деревья, пни и т.д.). Программа Sculptris, а следовательно и ZBrush, идеальный инструмент для создания лиц для персонажей и каких-либо животных. Но в связи со скудным инструментарием, программа не самодостаточна, и для крупных полноценных проектов её использовать не рекомендуется. В приложении

недостает средств и инструментов для работы с текстурами и визуализации, не говоря уже об анимации. Так что для работы над крупными проектами стоит выбрать ZBrush.

В ZBrush можно импортировать и экспортировать модели в популярном формате OBJ, что позволяет осуществлять перенос в эту программу объект из сторонних редакторов, таких как 3DsMax или Maya, и завершить его моделирование.

Минимальные требования: двухядерные процессоры, с частотой от 2,5ГГц, оперативная память от 6Гб (желательно 8), видеокарты с памятью от 1Гб, с поддержкой OpenGL 3.3 и выше.

CINEMA 4D от MAXON

Cinema 4D является универсальным программным комплексом для создания и редактирования трёхмерных эффектов и объектов.

В 1991 году программисты немецкой компании MAXON Computer верно угадали долгое время пустовавшую рыночную нишу. Они разработали концепцию программы Cinema 4D таким образом, что цена программы, по сравнению с уже имеющимися на рынке решениями, оказалась демократичной, но при этом приложение поддерживало интерес профессионалов в области 3D и постоянно развивается. Интерфейс программы интуитивен, что позволяет разобраться в нём новичку в короткие сроки.

С момента выпуска на рынок, функционал программы усовершенствовался и расширился очень полезными дополнениями и плагинами. На сегодняшний день в Cinema 4D присутствуют инструменты и функционал для создания анимации персонажей, удобная среда для работы с частицами, мощную систему фотореалистичной визуализации и, что немало важно, удобные инструменты моделирования.

В поздних версиях Cinema 4D алгоритм визуализации полностью переработан, также возрос потенциал обработки трехмерных сцен. Благодаря этому у программы появилась возможность просчитывать световое взаимодействие объектов на сцене, а также глобальные параметры освещённости.

Данный программный комплекс в основном используется для создания графики в фильмах, анимационных картинах и рекламе.

Минимальные требования: двухядерный процессор, с частотой от 2,5ГГц с поддержкой SSE3, оперативная память от 4Гб (желательно 8Гб), видеокарты с памятью от 4Гб с поддержкой OpenCL 1.2 или новее.

Возможности:

- полигональное и NURBS-моделирование;
- BodyPaint 3D (модуль для создания разверток UV и текстурных карт);
- генерация и анимация объектов;
- персонажная анимация;
- динамика мягких и твердых тел;
- модуль для создания реалистичных волос;
- система частиц Thinking Particles;
- неплохой встроенный визуализатор.

Плюсы: легкость в освоении, интуитивный интерфейс, отличный функционал, множество обучающих материалов, тесная связь с Adobe After Effects, Houdini и т.д.

Минусы: неотлаженная система перехода между версиями.

Maya от Autodesk(AliasWavefront)

С момента своего появления и до покупки приложения компанией Autodesk, данный трёхмерный редактор противопоставлялся 3DsMax. Среди профессионалов в отрасли трёхмерной графики данный пакет используется чаще других. Данный трёхмерный редактор используется такими крупными студиями, как Dreamworks, Pixar, WaltDisney и другими.

В программе весь необходимый инструментарий для создания трёхмерной графики. Maya даёт возможность художнику пройти все этапы создания 3D-модели в одной программе — от создание модели и анимации до работы с текстурами, композитинга и послойного рендеринга. Данный редактор даёт пользователю возможность имитировать физику твердых и мягких тел, поведение ткани, имитировать текучие эффекты, работа с подробной детализации персонажей (создавать сухой и мокрый мех, анимировать волосы и т. д.).

Отличительной особенностью данной программы, которая выделяет её из числа других доступных редакторов, является модуль PaintEffects. Данный плагин даёт возможность рисовать виртуальной кистью трёхмерные объекты, такие как цветы, трава, объемные узоры и прочее. Программа имеет довольно высокий порог вхождения. Однако, благодаря общедоступным обучающим материалам, начинающие пользователи могут быстро её освоить.

Минимальные требования: многоядерный центральный процессор Intel Pentium 4 или AMD Athlon с поддержкой набора команд SSE3, оперативная память от 4Гб, видеокарта с OpenGL от 4Гб видеопамати.

Возможности:

- полный набор инструментов для NURBS- и полигонального моделирования;

- мощные средства общей и персонажной анимации;
- развитая система частиц;
- технология Maya Fur (создание меха, волос, травы);
- технология Maya Fluid Effects (моделирование жидкостей, атмосферы);
- динамика твердых и мягких тел;
- широкий набор средств создания динамических спецэффектов;
- UV-текстуры, нормали и цветовое кодирование;
- многопроцессорный гибкий рендеринг.

Плюсы: огромный функционал и возможности.

Минусы: длительное и сложное обучение, высокие требования к системе, высокая цена.

Vue9xStream от E-on software

Моделирование реального мира – это постоянная проблема, которая стоит перед 3D-дизайнерами. Для того, чтобы уменьшить затраты на съемки анимационных картин, создатели достаточно часто применяют декорацию с эффектом 3D. При разработке компьютерных игр и архитектурных визуализаций значительную роль играет реалистичность трехмерного мира.

Для того чтобы перенести на экран смоделированное окружение, и чтобы при этом оно не смотрелось фальшиво, стоит приложить массу усилий. Каждый объект нашего мира обладает своей неповторимой формой. Природа создана так, что невозможно встретить два абсолютно одинаковых растения или скажем человека. Создание зелёной растительности на сцене стандартным, классическим способом, например методом полигонального моделирования, очень затратно по времени и силам. Vue9xStream помогает решить эту проблему за короткое время. Данная особенность является ключевым преимуществом программы от e-onsoftware.

Данный генератор трёхмерного окружения ограничен инструментами самого моделирования объектов. В своей сфере разработки окружения, Vue не имеет серьёзных конкурентов.

В инструментарии программы находится большая библиотека разных элементов, необходимых при генерации окружения: заготовки материалов, наборы растительности, настроенные варианты освещения и многое другое. Ещё одной отличительной чертой программы — возможность имитации экосистемы. Данная функция самостоятельно создаёт реалистичную картину окружающего мира, наполняя указанные пользователем области набором растений, деревьев, цветов и кустарников. При помощи инструмента «виртуальная кисть» пользователь «рисует» растительность прямо в сцене. В Vue9xStream встроен «продвинутой» механизм визуализации, который

позволяет получить высококачественное фотореалистичное изображение, однако это сказывается на минимальных системных требованиях.

Программа требовательна к аппаратным возможностям. И сам процесс визуализации занимает довольно много времени, даже если используется упрощенный вариант предпросмотра. Впрочем, изображение, сгенерированное в программе, с применением всех встроенных технологий, поражает своей реалистичностью.

Минимальные требования: многоядерный процессор с частотой от 2ГГц, оперативная память от 1Гб, видеокарта с памятью от 4Гб.

1.2.2. Анализ программ для создания интерактивных визуализаций

В данный момент выбор как портативных, так и стационарных устройств предлагает пользователю вычислительные мощности значительно выше тех, что имелись у человечества всего несколько лет назад. Однако используются данные ресурсы вовсе не для сложных вычислений. Современные технологии в большинстве своём используются для игр и развлечений. Разберём несколько решений для создания тяжёловесных проектов. Для создания интерактивных архитектурных визуализаций часто используются исключительно трёхмерные редакторы. Созданные таким образом проекты представляют довольно хорошую визуализацию, однако не предоставляют полного спектра возможности взаимодействовать с объектами на сцене. Для данных целей больше подойдёт программы для созданий интерактивных приложений и игр, которые носят общее название «игровые движки».

Сегодня существует множество готовых для использования игровых движков. Конечно, можно создать движок самостоятельно, однако это занимает слишком много времени. Под конец разработки проект просто-напросто устареет. Однако крупные игровые студии для AAA-проектов подготавливают собственные движки. В основном это связано с отчислениями издателю игрового движка. Для независимых студий и инди-разработчиков более логично использовать готовые движки.

Ниже приведён анализ части из имеющихся на рынке готовых решений, а также объясним выбор программы, подходящей под наши цели.

Игровой движок - центральный программный компонент компьютерных и видеоигр, а также интерактивных приложений. С использованием данного ПО упрощается разработка, у программы появляется возможность запускаться на нескольких платформах, таких как персональные компьютеры, портативные системы, например игровые

консоли, а также запускаться на разных версиях операционных систем, например, Linux, Mac и MS Windows. [1]

В состав игрового движка входят: визуализатор, физический движок, звук, систему скриптов, анимацию, искусственный интеллект, сетевой код, управление памятью и многопоточность. При повторном использовании одного игрового движка можно значительно сэкономить на процессе разработки игры или другого проекта. Совместно с использованием программных компонентов, игровые движки предоставляют богатую палитру инструментов для визуальной разработки. Данные инструменты позволяют создать практически поточное производство игр.

Игровые движки, в состав которых входят все вышеописанные компоненты, иногда называют игровым подпрограммным обеспечением, так как, с точки зрения бизнеса, они предоставляют гибкую и многократно используемую программную платформу со всей необходимой функциональностью для разработки игрового приложения, сокращая затраты, сложность и время разработки.

Существует распространенное заблуждение, что игровые движки подходят исключительно для создания игр. Однако имеющийся в них инструментарий позволяет создавать множество видов графических проектов и интерактивных приложениях, таких как реклама, архитектурные визуализации, обучающие симуляторы и среды моделирования.

Инструменты и возможности, вшитые в движок, созданы для упрощения и ускорения разработки игр, чтобы избежать потери времени на начальных этапах разработки приложений. Важно различать графические движки и игровые движки. Игровой движок – это тот основная составляющая игры, включающая в себя игровую логику. В описанном ниже списке, некоторые считаются всё-таки игровыми, но в своём большинстве это графические движки. Это связано с тем, что ключевой особенностью для успешного интерактивного приложения, будь то игра, или визуализация, считается именно графика, а не звук, не логика, и не физика.

Для сравнительного анализа были выбраны самые часто используемые на данный момент программ для создания интерактивных приложений, или движков, предоставляющих свою бесплатную версию пользователю. Многие из описываемых решений являются коммерческими:

1) CryEngine от компании CryTek- движок нового поколения, разработанный Crytek для создания игр с очень яркой графикой. Одной из отличительных особенностей данного движка можно считать высокие системные требования для разработчика и конечного пользователя.

2) UnrealEngine от компании Epic Games – один из самых часто используемых игровых движков верхнего уровня. Epic Games в ноябре 2009 года выпустила программу в открытый доступ. На данный момент версии движка постоянно обновляются и дорабатываются с учётом обратной связи от пользователей.

3) Unity 3D от компании Unity Technologies – мультиплатформенный игровой движок, не оформленный к определенному стилю игр, большую популярность получил во времена расцвета мобильных игр. С выходом Unity5 ограничения с бесплатной версии были сняты, однако доход с игры не должен превышать \$100 000.

4) SourceEngine SDK от Valve Corporation – изначально использовался для создания модификаций на движке Source. Распространяется бесплатно через сервис Steam для всех игроков, купивших любой продукт Valve.

Разберём их более подробно

CryEngine

Данный движок был анонсирован в 2001 году, на презентации игры, в которой он впервые использовался – FarCry.

Визуально, игры проигрывали

современникам, однако внедрённые в движок технологии для своего времени были довольно прогрессивны. Для широкой общественности движок известен по собственным играм Crytek, серии Crysis.

Разработчики изначально преследовали цель разработать инструмент для разработки, а не создавать на нем игры. Так что все разрабатываемые на данный момент игровые приложения от Crytek – это демонстрация возможностей движка с целью сделать дополнительную рекламу своему главному продукту.

Имеется три варианта использования движка от студии CryTek сторонними разработчиками:

Первый - это для использования в качестве учебного пособия и для издания бесплатных игр, без получения прибыли. Чтобы воспользоваться данным вариантом необходимо только пройти регистрацию на официальном сайте как разработчик и скачать движок на свою рабочую машину. Дальнейшего согласования с разработчиками движка не требуется.

Второй вариант - для коммерческого использования. При использовании этого варианта используется такой вид лицензии, как «royalty-only 20%». Это означает, что разработчик обязан отдать 20% всего дохода от продаж игры.



CRYENGINE®

Третий - для нестудийных, так называемых «Инди»-проектов и загружаемых игр (не только для ПК). Компания-разработчик не распространяется о стоимости данного варианта.

Последний, четвертый вариант лицензии - для серьезных проектов. Для уточнения стоимости использования игрового движка необходимо в частном порядке связаться с Crytek, в открытом доступе информация о стоимости отсутствует.

В отличие от предыдущих программ серии, которые были ориентированы исключительно на настольные компьютеры, CryEngine версии 5 в большей степени настроен на создание мультиплатформенных игр и приложений. В его программе уже на старте присутствует поддержка глобальных многопользовательских (ММО) игр. CryEngine 5 обладает ошеломляющими возможностями визуализации в реальном времени. Физическая составляющая движка CryPhysics также работает независимо от физических API, таких как PhysX.

Вшитые в программу анимации подсистемы, такие как индивидуализация персонажей, процедурной деформирование движения, параметрическая скелетная анимация, значительно улучшает визуальную составляющую создаваемых проектов. Вероятно, низкая популярность Cry Engine 5 на сегодняшний день обусловлена ценовой политикой компании и поздним выходом на рынок относительно другого крупного игрока. В данный момент условия приобретения лицензии приблизились к конкурентным решениям, что может привести к популяризации данного движка в среде разработчиков.

Стоит отметить, что данный движок наиболее подходит для игр и менее всего для других видов работы с графикой. Это обусловлено довольно высоким порогом вхождения новых пользователей и отсутствием развитого сообщества.

Минимальные системные требования: двухядерный процессор с частотой от 2ГГц, оперативная память от 4Гб, видеокарта объёмом от 2Гб с поддержкой DirectX 11 и выше.

UnrealEngine

Написанный на C++, движок позволяет создавать кроссплатформенные игры, доступные для большинства операционных систем. UE4 многократно получал награды на индустриальных мероприятиях, а также активно используется в кинематографе и не раз становился лучшим игровым/графическим движком года.



На сегодняшний день UnrealEngine4 является самым используемым решением (из свободнорастворяемых) для проектов AAA класса. В числе известных проектов: Gears of War, BioShock, Batman: Arkham, Mass Effect и многие другие.

Популярность движка связана с сотрудничеством с Microsoft, довольно низким порогом вхождения для новых разработчиков, ранним выходом на рынок, а также привлекательными условиями приобретения исходного кода программы для использования. При приобретении движка существует одно требование – в случае если проект начинает зарабатывать более \$3000 в квартал, тогда разработчик обязан отправлять создателю движка 5% от прибыли. В остальных случаях работа с движком бесплатная. Также существуют большие сообщества разработчиков и форумы, на которых новичок может найти интересующую его информацию. Перечисленные выше качества делают программу от EpicGames самым популярным решением для использования в больших проектах. [3]

В данный момент программа используется для разработки приложений для всех имеющихся платформ. Так же, активно используется для создания визуализаций и видеороликов. Благодаря встроенному редактору геометрии, у разработчика есть возможность создавать сложные объекты внутри самого движка.

Последняя версия программы была выпущена 16 января 2018 года. В данную версию (4.19) входит возможность создавать приложения не только для стандартного управления, но и с использованием средств работы с виртуальной реальностью.

Минимальные технические требования: четырёхъядерный процессор с частотой от 2,5 ГГц, оперативная память объёмом от 8Гб, видеокарта с объёмом памяти от 1Гб.

Unity 3D

Данный движок стал популярным после издания игры на мобильные устройства, под управлением iOS и Android - Shadowgun. С того момента движок набирал популярность, и на данный момент является одним из самых популярных решений для проектов на мобильные платформы, с использованием смешанной графики (2D/3D).



UNITY поставляется в двух версиях - платной и бесплатной. Есть возможность для выпуска проекта, не заплатив практически ничего. После создания проекта на бесплатной лицензии, создать профиль в сети поддержки движка UNION, загрузить исходники проекта. В этом случае

другие пользователи смогут портировать разработанный проект на многие платформы.

Существует возможность бесплатно опробовать платную лицензию на пробный период в размере 30 дней, у движка есть только один вид лицензий - Unity Pro, стоимостью 1500 долларов. Дополнительно к стоимости лицензии и при желании можно докупить модули для портирования проектов на другие платформы, стоимостью от 400\$ до 1500\$, и плюс 500 долларов за корпоративное использование.

Основной целью разработки проектов — это однопользовательские игры для PC. При помощи подключаемых экспортеров можно выгружать готовые проекты под другие операционные системы (Linux, Mac и т.д.), консоли (как прошлого, так и последнего поколения) и мобильные технологии (IOs, Android и т.д.).

Данный программный продукт с каждым годом улучшается и развивает собственный функционал. На сегодняшний день движок начал выпуск проектов для серьёзных платформ. Для независимых и мало обеспеченных проектов, Unity – одно из самых сбалансированных решений на данный момент. Его ценят за низкий порог вхождения для новых пользователей, а также за наличие бесплатной версии, которая в последних релизах по функционалу практически не отличается от платной. Благодаря этому вокруг движка организовалось огромное сообщество.

Благодаря грамотному дизайну главного окна приложения, программа имеет довольно низкий порог вхождения: присутствует возможность выполнить практически всё программирование игрового мира при помощи различных редакторов, не написав при этом ни строчки кода.

Минимальные системные требования: двухядерный процессор с частотой от 2 ГГц, оперативная память от 2Гб, видеокарта с объёмом памяти от 512 Мб с поддержкой DirectX10.

SourceEngine

Данный игровой движок, разработанный компанией Valve Corporation, был впервые задействованный в следующих

играх: Counter-Strike: Source, Half-Life 2, и др. Отличительной особенностью данного движка, которая выделяет его из ряда конкурентов – анимация персонажей, в частности, лицевая, которая содержит множество средств для создания выразительной мимики и точной синхронизации речи актеров с анимацией. Также движок отличает продвинутый игровой искусственный интеллект, который может эффективно управлять противниками или



союзниками игрока. Графический движок был одним из первых, где применялись сложные шейдерные эффекты. В играх на движке активно использовалась шейдерная вода, отражающая окружающий мир.

Физический движок создан на основе Havok. Он позволяет рассчитывать многие физические объекты, такие как твёрдые тела, упругие тела, верёвки, поверхности и т.п. Существует возможность создания реалистичных транспортных средств, от машины до катера на воздушной подушке и вертолётa. Для просчёта поведения транспортного средства на дороге или в воздухе используется много параметров, например сцепление колёс с дорогой, масса машины. Для придания реалистичного движения телу, используется физика тряпичной куклы; созданная заранее анимация может смешиваться с физикой реального времени. С развитием Source, в него были добавлены: HDR-рендеринг, динамическое освещение и затенение с возможностями самозатенения объектов, мягкими тенями от (присутствует возможность использования традиционных карт освещения), многоядерный рендеринг для многоядерных процессоров, развитая система частиц.

Минимальные системные требования: двуядерный процессор с частотой от 1,7ГГц, оперативная память от 1Гб, видеокарта с объёмом памяти от 512Мб с поддержкой DirectX9 или выше.

1.3. Вывод по главе 1

Трёхмерная графика — это научная область, в которой возможно постоянно развивать свои навыки и совершенствовать свои знания и умения. Поэтому перечисление отличий в инструментах и способах реализации поставленных пользователем задач, которые предлагаются каждым трёхмерным редактором, — задание объёмное. Впрочем, для каждого из них характерен свой определённый набор инструментов и средств, определяющий область применения каждого 3D-редактора.

3DsMax — это идеальный инструмент для архитектурных визуализаций. Основными преимуществами можно назвать совместимость с множеством приложений от компании Autodesk, например ArhiCad, AutoCad. Также для разработчика доступна обширная библиотека архитектурных материалов, и гибкие настройки визуализатора.

Maya – идеальный инструмент для работников киноиндустрии и создателей графического контента. В противовес 3DsMax, который больше рассчитан на «технарей», а также людей с опытом. Набор инструментов этого редактора подойдёт для начинающих, а также он очень близок творческим людям и художникам.

Cinema 4D и VueXStream — это лучший вариант для знакомства с трёхмерным моделированием. Создание собственных миров в Vue должно понравиться любому.

Blender — идеальное решение для экономии бюджета. Сочетание удобного инструментария и бесплатного распространения делают данный трёхмерный редактор идеальным выбором для некоммерческих проектов.

Так же для тех, кто хотел бы сэкономить средства при разработке должен быть интересен и Sculptris. К сожалению, из-за замороженного на данный момент состояния и отсутствию обновлений, его можно использовать исключительно как вспомогательный инструмент. Для тех, кто хочет более подробно изучить возможности трёхмерной лепки, не найти лучшего решения, чем ZBrush.

Для целей нашего проекта были выбраны программы 3ds Max и ZBrush. 3ds Max — из-за явных преимуществ при создании архитектурной визуализации, а также огромной библиотеки моделей, а ZBrush — для удобства создания архитектурных элементов, таких как различного рода лепнины, молдинги, розетки и т.д.

Далее в главе были рассмотрены некоторые современные игровые движки. В результате проведённого анализа, был сделан вывод, что выбор зависит от поставленных задач и целей. Из анализа приведенных данных можно выбрать игровой движок, исходя из бюджета проекта и навыков команды разработчиков.

Обозначим основные характеристики рассматриваемых в главе программных комплексов, на которые обращает внимание пользователь при выборе:

- Уровень вхождения. Требование к имеющимся знаниям для работы с выбранным движком. Используем «Н» - если низкий и «С» - средний.
- Стоимость. Хотя в работе и рассматриваются условно бесплатные движки, у каждого из них есть полноценная коммерческая версия, цена на которую имеет немаловажное значение.
- Поддерживаемые платформы и используемые языки.
- Итог анализа игрового ПО

Полученные сведения были занесены в таблицу для наглядной демонстрации плюсов и минусов каждого движка. (табл.1.1)

Не стоит рассчитывать на то, что в работе были рассмотрены все существующие ПО для разработки интерактивных приложений. Данных

программ существует огромное множество, но они либо не востребованы, либо были использованы для ограниченного числа проектов. Существует ресурсы с описанием программных решений для создания игр на мобильные платформы, однако их функционал не сильно различается, а их количество не поддаётся анализу. Описываемые в главе движки в большинстве своём предлагают перенос проектов на мобильные платформы, так же некоторые из них позволяют разрабатывать проекты в виртуальной реальности.

На сегодняшний день выпускаемые проекты делят рынок на несколько уровней, и для каждого уровня есть свое решение движков. Крупные фирмы по разработке интерактивных компьютерных приложений и видеоигр могут позволить себе разработку собственных игровых движков, данные программы используются исключительно внутри компании или только в продуктах от определенной студии. Возможно, данное решение в чём-то и проигрывает свободно распространяемым игровым движкам, но это оправданное решение студий, которые выбрали потратить время и деньги для разработки собственного движка.

В низком ценовом сегменте, на стыке малых и средних бюджетов, используется Unity. Это решение для компаний, которым дешевле приобрести данное ПО, чем разрабатывать и создавать собственное. Но Unity все больше обзаводится дополнительными функциями, которые делают его претендующим на проекты AAA-класса.

Однако на сегодняшний момент, для разработки у независимых гейм-дизайнеров и моделлеров появилась возможность использовать игровые движки, нацеленные на приложения AAA-класса с минимальными затратами средств на его использования. Такие движки, как CryEngine и UnrealEngine предоставляют огромные ресурсы и имеющиеся в свободном доступе инструменты, которые облегчают создание визуально привлекательных и хорошо технически выполненных проектов.

Для выполнения поставленной задачи был выбран UnrealEngine 4. Данный программный комплекс имеет большие преимущества перед конкурентами в плане создания программируемых интерактивных элементов и визуальной составляющей проектов.

Табл.1.1.

Сравнение игровых движков

Название	Уровень	Стоимость	Поддержка платформ	Языки	Итог
CryEngine	С	Бесплатно, в случае если прибыль проекта не превышает \$5000 за квартал, в ином случае 5% издателю	Консоли последнего и предпоследнего поколения, РС. Не поддерживает мобильные платформы.	Написан и использует C++, собственный скриптовый язык Lua	Усовершенствованные технологии написания скриптов, визуально яркий и красивый, но вопрос стоимости и лицензии оставляет множество вопросов.
UnrealEngine	Н	Бесплатно, в случае если прибыль с проекта не превышает 3000\$ в квартал, в ином случае 5% издателю движка	Выгрузка проектов на все существующие платформы, включая Web.	собственный скриптовый язык UnrealScript, а также C++	Замечательная картинка, возможность выгрузки проектов на различные платформы, благодаря системе Blueprint не требует больших познаний в программировании Использование технологии от nVidia PhysX помогает добиться хороших визуальных показателей (частицы), а также взаимодействие с объектами (реакция взаимодействия объектов).
Unity 5 3D	Н	Бесплатная версия для независимых разработчиков, Версия для коммерческого использования: 1500\$	Мобильные платформы, консоли последнего и предпоследнего поколения, РС, Flash	C#, Java script, Boo	Хорошая графика, не требует для создания глубоких познаний в программировании.
SourceEngine	Н	Как движок не распространяется, все права остаются за разработчиком движка. Однако доступен для всех пользователей Steam для разработки фанатских модификаций для игр.	Консоли последнего и предпоследнего поколения, также мобильных устройств. В основном используется для РС.	Написан на C++	Хорошая анимация персонажей, в том числе лицевая. Так же отличается довольно качественной анимацией транспорта и физикой. Однако проигрывает конкурентам в графике и ИИ.

Глава 2 Работа в выбранном инструментарии

2.1 Описание выбранного инструментария

2.1.1 Технические компоненты

Исходя из требований к компьютерной системе для разработки и проектирования моделей для архитектурной визуализации, а также сцены архитектурной визуализации, выполненной в Unreal Engine4, обозначенных в главе 1.2. «Анализ предлагаемого инструментария», подберём аппаратные компоненты, которые подойдут для разработки.

Таблица 2.1

Технические требования для выбранного программного инструментария

Программа	Процессор	Оперативная память	Видеокарта
3DsMAX	Двухъядерный процессор с частотой от 2,4ГГц	От 4Гб (Желательно двуканальную)	Объем памяти более 512Мб, с поддержкой OpenGL и DirectX10
ZBrush	Двухъядерный процессор с частотой от 2,5ГГц	От 6Гб	Объем памяти от 1Гб, с поддержкой OpenGL и DirectX10 и выше
UnrealEngine4	Четырёхъядерный процессор с частотой от 2,5ГГц	От 8Гб	Объем памяти от 1Гб, с поддержкой OpenGL и DirectX10 и выше

Из таблицы можем вывести минимальные системные требования для компьютера, который будет использован для работы в выбранном программном комплексе: четырёхъядерный процессор с частотой от 2,5ГГц, оперативную память от 8Гб и видеокарту с объёмом видеопамяти от 1Гб.

Что касается хранилища информации, то самым эффективным выбором для разработки является SSD-накопитель для системы и приложений и HDD-накопитель для контента.

Но стоит помнить, что чем больше имеющиеся аппаратные средства превосходят минимальные системные требования, тем комфортнее и быстрее будет осуществляться разработка.

По описанным системным требованиям, при помощи конфигуратора сборки компьютера, предоставляемого сайтом dns-shop.ru/configurator, были выбраны следующие сборки компьютеров:

Таблица 2.2

Конфигурации компьютера для работы с выбранным инструментарием

Аппаратный компонент	Минимальные характеристики	Рекомендуемые характеристики
Центральный процессор	AMD Ryzen 3 1200 OEM 4x3100Mhz	Intel Core i7-7700 4x3600Mhz
Материнская плата	MSI B350 TOMAHAWK PLUS	ASRock Fatalty B520 Gaming K4
Видеокарта	Gigabyte GTX 1050 LP 2Gb GDDR5	ASUS GeForce 1060 DUAL 6Gb GDDR5
Оперативная память	Kingston HyperX FURY Black Series DDR4 2x4Gb	Patriot Signature Line DDR4 2x8Gb
Дисковые хранилища	120GB SSD AMD Radeon R5 Series + WD Gold 1Tb	250Gb SSD WD Blue+ 2Tb WD Black
Блок питания	Chieftec ECO 700W	Be Quiet STRAIGHT Power 10 800W
Итоговая стоимость сборки, руб.	49 591	102 282

	Процессор AMD Ryzen 3 1200 OEM [AM4, 4x3100 МГц, L2 - 2 МБ, L3 - 8 МБ, 2xDDR4-2667 МГц, TDP 65 Вт] Код товара: 1135895	6 999 ₺ в 3 магазинах
	Материнская плата MSI B350 TOMAHAWK PLUS [AM4, AMD B350, 4xDDR4-3200 МГц, 2xPCI-Ex16, аудио 7.1, Standard-ATX] Код товара: 1151985	7 999 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	Корпус Deercool Tesseract BF черный [Midi-Tower, Micro-ATX, Mini-ITX, Standard-ATX, 1x USB 3.0, 1x USB 2.0] Код товара: 1002014	2 399 ₺ в 9 магазинах
	Видеокарта Gigabyte GeForce GTX 1050 LP [GV-N10500C-2GL] [PCI-E 3.0, 2 Гб GDDR5, 128 бит, 1366 МГц - 1506 МГц, DisplayPort, HDMI (2 шт), DVI-D] Код товара: 1100985	10 299 ₺ в 1 магазине
	Кулер для процессора DEERCOOL Ice Blade PRO V2 [150 Вт, основание - медь, 1500 об/мин, 30 дБ, 4-pin, подсветка] Код товара: 1134620	2 399 ₺ в 1 магазине
	Оперативная память Kingston HyperX FURY Black Series [HX421C14FBK2/8] 8 Гб [DDR4, 4 Гбx2, 2133 МГц, PC17000, 14-14-14-35] Код товара: 1012732	7 199 ₺ в 10 магазинах
	120 Гб SSD-накопитель AMD Radeon R5 Series [R5S1120G] [SATA III, чтение - 520 Мбайт/с, запись - 290 Мбайт/с, Silicon Motion SM2258, TLC 3D NAND] Код товара: 1160867	2 799 ₺ в 10 магазинах
	1 Тб Жесткий диск WD Gold [WD1005FBYZ] [SATA III, 6 Гбит/с, 7200 rpm, кэш память - 128 МБ, RAID Edition] Код товара: 1091373	6 199 ₺ в 7 магазинах
	Блок питания Chieftec ECO 700W [GPE-700S] [700 Вт, EPS12V, APFC, 24 pin, 1x 4+4 pin CPU, 6 SATA, 2x 6+2 pin PCI-E] Код товара: 1215351	3 299 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)

Рис. 2.1. Конфигурация компьютера, соответствующего минимальным системным требованиям для работы

Кроме аппаратных средств необходимо приобрести стандартное программное обеспечение, такое как операционную систему и пакет офисных программ. К данному ПО относится – Windows 10 pro 64-bit, Microsoft Office 365 для дома и бизнеса.










	Процессор Intel Core i7-7700 [OEM, LGA 1151, 4x3600 МГц, L2 - 1 МБ, L3 - 8 МБ, 2xDDR4 - 2400, DDR3L-1600 МГц, Intel HD Graphics 630, TDP 65 Вт] Код товара: 1089231	22 999 ₺ в 3 магазинах
	Материнская плата ASRock Fatalty B520 Gaming K4 [LGA 1151, Intel B250, 4xDDR4-2400 МГц, 2xPCI-Ex16, аудио 7.1, Standard-ATX] Код товара: 1108215	6 999 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	Корпус Deercool Tesseract BF черный [Midi-Tower, Micro-ATX, Mini-ITX, Standard-ATX, 1x USB 3.0, 1x USB 2.0] Код товара: 1002014	2 399 ₺ в 9 магазинах
	Видеокарта Asus GeForce GTX 1060 DUAL [DUAL-GTX1060-6G] [PCI-E 3.0, 6 Гб GDDR5, 192 бит, 1506 МГц - 1708 МГц, DisplayPort (2 шт), HDMI (2 шт), DVI-D] Код товара: 1071269	27 799 ₺ в 1 магазине
	Кулер для процессора CoolerMaster Hyper 412S [150 Вт, основание - алюминий, 1300 об/мин, 22.5 дБ, 3-pin] Код товара: 1088328	3 090 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	Оперативная память Patriot Signature Line [PSD416G2133K] 16 Гб [DDR4, 8 Гбx2, 2133 МГц, PC17000, 15-15-15-36] Код товара: 1111075	12 999 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	250 Гб SSD-накопитель WD Blue [WDS250G2B0A] [SATA III, чтение - 550 Мбайт/с, запись - 523 Мбайт/с, Marvell 88SS1074, TLC 3D NAND] Код товара: 1186642	6 199 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	2 Тб Жесткий диск WD Black [WD2003FZEX] [SATA III, 6 Гбит/с, 7200 rpm, кэш память - 64 МБ] Код товара: 1124185	8 999 ₺ в магазинах: ЗВЕТРА (12.00)
	Блок питания Be Quiet STRAIGHT POWER 10 800W [BN237] [800 Вт, 80+ Gold, EPS12V, APFC, 20+4 pin, 1x 4+4 pin CPU, 11 SATA, 4x 6+2 pin PCI-E] Код товара: 1036546	10 799 ₺ в магазинах: через 4 дня

Рис. 2.2. Конфигурация компьютера, соответствующего рекомендуемым системным требованиям для работы

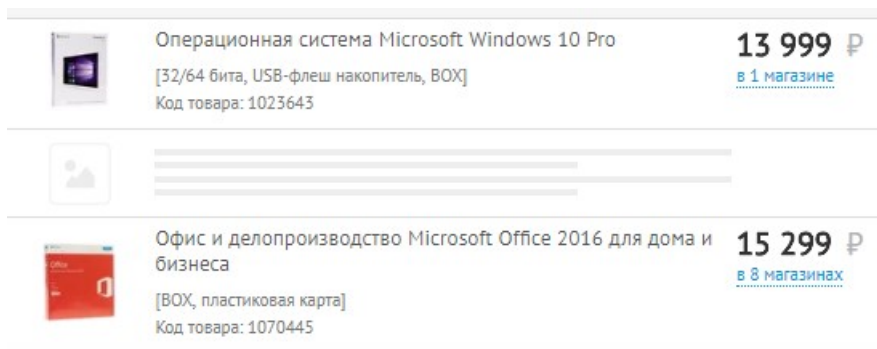


Рис. 2.3. Необходимое минимальное ПО при покупке компьютера.

Что касается среды разработки, то будем учитывать, что EpicGames предоставляет Unreal Engine бесплатно, в случае если прибыль не будет превышать 3000\$(~188 000руб. по курсу на май 2018г.) за квартал.

2.1.2 Программные компоненты для создания виртуальной среды

Для работы по созданию виртуальных экспозиций и пространств следует выбрать существующее на данный момент ПО, объединённое под названием «игровой движок».

Игровой движок – это центральный программный компонент компьютерных и видеоигр или других интерактивных приложений с графикой, обрабатываемой в реальном времени. Он обеспечивает основные технологии, упрощает разработку и часто даёт возможность проекту запускаться на нескольких платформах, таких как игровые консоли и настольные операционные системы.

Для создания виртуальной среды в данном проекте используется **Unreal Engine** — игровой движок, разрабатываемый и поддерживаемый компанией Epic Games [5].

Первый продукт, созданный на этом движке — *Unreal* — появился в 1998 году. С тех пор различные версии движка были использованы в более сотне игр и других проектов.

Иерархия объектов

Все элементы игрового движка представлены в виде объектов, имеющих набор характеристик, и класса, который определяет доступные характеристики. В свою очередь, любой класс является «дочерним» классом **object**. Среди основных классов и объектов можно выделить следующие:

Актёр (**actor**) — родительский класс, содержащий все объекты, которые имеют отношение к игровому процессу и имеют пространственные координаты.

Пешка (**pawn**) — физическая модель игрока или объекта, управляемого искусственным интеллектом. Название происходит от англ. *pawn* — тот,

кем *манипулируют* (или *пешка*, поэтому такой объект без какой-либо модели выглядит как пешка). Метод управления описан специальным объектом, такой объект называется *контроллером*. Контроллер искусственного интеллекта описывает лишь общее поведение пешки во время игрового процесса, а такие параметры как «здоровье» (количество повреждений, после которых пешка перестаёт функционировать) или, например, расстояние, на котором пешка обращает внимание на звуки, задаются для каждого объекта отдельно.

Мир, уровень (**world, game level**) — объект, характеризующий общие свойства «пространства», например, силу тяжести и туман, в котором располагаются все актёры. Также может содержать в себе параметры игрового процесса, как, например, игровой режим, для которого предназначен уровень.

Для работы с простыми и, как правило, неподвижными элементами игрового пространства (например, стены) используется двоичное разбиение пространства — всё пространство делится на «заполненное» и «пустое». В «пустой» части пространства располагаются все объекты, а также только в ней может находиться «точка наблюдения» при отрисовке сцены. Возможность полного или частичного помещения объектов в «заполненную» часть пространства не исключается, однако может привести к неправильной обработке таких объектов (например, расчёт физического взаимодействия) или неправильной отрисовки в случае помещения туда «точки наблюдения» (например, эффект «зала зеркал»). Все пешки, попадающие в «заполненную» часть пространства, сразу «погибают».

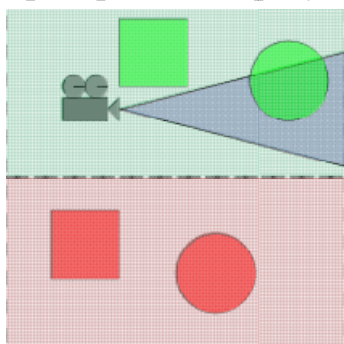


Рис.2.4. Графическое изображение «отрисовки» в движке UnrealEngine

Зонирование. В камеру не попадает ни один портал (пунктирная линия) красной зоны, поэтому объекты в ней не обрабатываются вовсе.

Поверхность (**surface**) является основным элементом двоичного дерева пространства. Эти элементы создаются на грани пересечения между «заполненной» и «пустой» частями пространства. Группа элементов двоичного дерева пространства называется **нодом** (**node**, рус. *узел*). Этот термин, как правило, употребляется в контексте **node count** — количество

нодов на экране или в игровом пространстве вообще. Количество нодов, одновременно видимых на экране влияет на производительность при прорисовке сцены. Если какой-то нод не попадает на экран или перекрывается целиком другими нодами, он не обсчитывается — это служит для повышения производительности, особенно в закрытых пространствах. Разбиение всего пространства на группы нодов называется зонированием.

Описание «заполненных» и «пустых» частей пространства выполняется с помощью набора замкнутых трёхмерных объектов, составленных из не пересекающихся поверхностей — брашей (**brush**, рус. *кисть*). Этот принцип построения пространства называется конструктивной сплошной геометрией. Геометрия может быть «аддитивной» (всё пространство изначально «пустое») и «вычитательной» (изначально заполненное материей пространство).

Браши делятся на три типа:

Сплошные (**solid**) — полноценно участвуют в двоичном разбиении пространства.

Аддитивные (**additive**) — «заполняют» двоичное пространство.

Вычитательные (**subtractive**) — «вырезают» объёмы в пространстве.

Полу-сплошные (**semi-solid**) — не влияют напрямую на двоичное дерево пространства, однако влияют на её физическую модель. Могут только «заполнять» пространство. Служат для создания «невидимых» препятствий, а также снижения числа полигонов и нодов [3].

Пустые (**non-solid**) — только создают поверхности, не влияют на двоичное дерево пространства. Используются преимущественно для создания *объёмов* (**volume**) — часть пространства, которая обладает свойствами, отличными от свойств игрового мира. Объёмы имеют приоритет, свойства объёма с большим приоритетом применяются к находящимся в нём актёрам. Игровой мир всегда имеет минимальный приоритет. При помощи объёмов можно изменить гравитацию, вязкость, туман и тому подобное. Объёмы, начиная с версии движка UnrealEngine 2, используются для создания воды (но не водной поверхности).

Программирование и логика

В движке можно писать игровую логику на C++, а также с помощью визуальной системы программирования — Blueprint.

Выглядит она следующим образом:

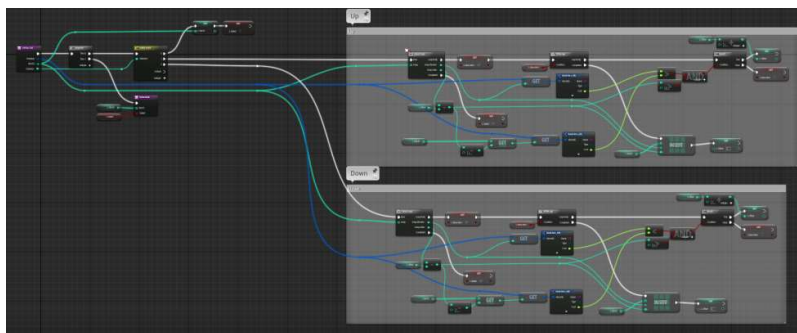


Рис 2.5. Алгоритм сортировки (методом вставки) по цене предметов в инвентаре

Блупринты — это визуальный скриптовый язык, который позволяет написать логику без применения языков программирования. Каким бы сложными или простым не казались блупринты, они остаются мощным инструментом, на котором можно создать почти что угодно, от простенького персонажа или открытия двери до процедурной генерации уровня.

В итоге данная система научила меня не только работать с ней же, но и очень хорошо дала понять, что нужно строить логику грамотно, оптимизированно и обдуманно, и как это делать. Так же очень хорошо развила логику в сфере построения алгоритмов.

Таким образом, начинающие игроделы, программисты, или просто люди, которые заинтересованы в том, чтобы сделать что-то свое, могут без труда обучиться не только работе с Блупринтами, но и узнать много новых вещей, не говоря уже о развитии логики.

Материалы:

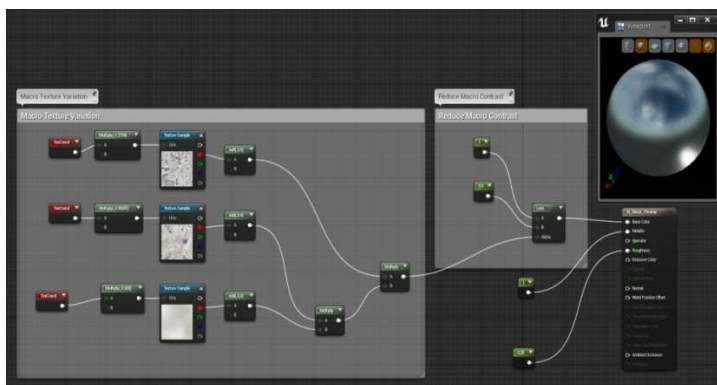


Рис.2.6. Работа с материалами в движке UnrealEngine

Тут работа происходит таким же образом, однако нет никаких логических последовательностей, только математика.

С помощью математических операторов и текстур создаются материалы, которые впоследствии будут наложены на какой-либо объект в вашей сцене. С самого начала может быть не понятно, и зачем это все вообще нужно, однако, как это ни странно, данная система оказывается очень полезной для того, чтобы создавать нужные или даже генерируемые материалы.

Вот пример материала, который генерирует цвет, металлические делала, гладкость в нужных местах и даже рельеф. Все это из одной текстуры:

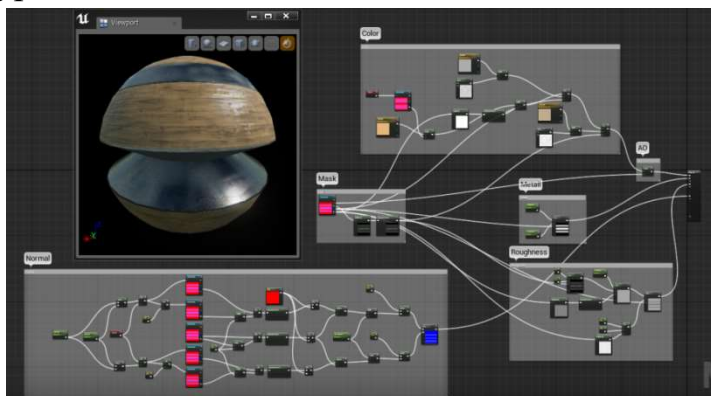


Рис.2.7. Работы со сложными материалами в движке UnrealEngine

Конечно, текстура не обычная, а специальная, но суть в том, что после изучения системы и небольшого опыта, можно научиться строить самые невероятные вещи [4].

Unreal Engine 4 предоставляет некоторый набор, благодаря которому можно создать что-то свое, не прибегая к стороннему софту (не считая текстур).

Внутри редактора существует инструмент, под названием BSP, благодаря которому появляется возможность спроектировать сцену. Хотя инструмент и предназначен для проектирования, а не для финального результата, но с помощью него можно сделать несложную модель и даже сконвертировать её для того, чтобы она могла подвергаться физике. Можно сделать дом, забор и тому подобное. Что угодно, на что хватит терпения, так как инструмент пока что не самый удобный в использовании.

Так же предоставляется инструментарий для создания ландшафтов, с помощью которого возможно сделать довольно красивый пейзаж и заселить его теми самыми моделями, а также растительностью и какими-то дополнительными деталями. Добавив немного пост обработки, с которой, кстати, работать не так-то трудно, можно получить замечательную картину природной сцены.

UnrealEngine 4 позволяет работать не только на внутреннем редакторе модели в движке, но также работать с внешними программными пакетами. Простота в импортировании (через формат FBX), простота установки, наложение материалов, работа со светом, запекание и многое другое.

FBX это формат файлов разработанный и принадлежащий Autodesk. Он используется для обеспечения взаимодействия между цифровыми приложениями создания контента, таких как Autodesk MotionBuilder, Autodesk Maya, и Autodesk 3ds Max. Программное обеспечение Autodesk

MotionBuilder поддерживает FBX изначально, в то время как Autodesk Maya и Autodesk 3ds Max включает FBX плагины.

Unreal Engine имеет поддержку FBX, который позволяет обеспечивать импорт с любого приложения для создания контента, поддерживающих данный формат.

Освещение

Для того, чтобы сцена выглядела привлекательно, может понадобиться правильно работать с **освещением**. Unreal Engine 4 предоставляет широкий набор инструментов для работы со светом. От простых источников света, которые являются основой создания освещения на сцене, до просчета статичного света и теней, благодаря чему можно получить наивысшее качество освещенности вашей карты или уровня.

Источники освещения

Освещение на сцене создается благодаря расставлению в ней источников света там, где нужен свет. Благодаря этим источникам, UE4 понимает, какие участки осветлять, а какие затемнять. А также в зависимости от источников определять, какое качество освещения должно быть, каким оно должно быть, какой тип теней использовать и так далее.

Типы источников света

В Unreal Engine 4 имеется четыре типа источников света:

Directional (Направленный), в основном, используется для уличного света, идущий издалека, например, солнца.

Point (Точечный источник света) – обычная «лампочка». Испускает свет во все стороны из одной точки.

Spot (Прожекторный) также испускает свет из одной точки, но в одну сторону, подобно фонарику.

Sky (Небесный) источник света берет фон вашей сцены и применяет его как общее освещение для мешей на вашем уровне. Иногда называют Эмбиент освещением.



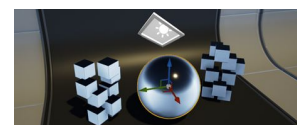
Directional Light



Point Light



Spot Light



Sky Light

Подвижность источников освещения [2]

Для каждого источника света на вкладке «Transform» есть свойство, называющееся «Mobility» («Подвижность»).



Всего существует три параметра: статичный, стационарный, подвижный (**Static**, **Stationary** и **Movable**, соответственно). Каждый из них сильно влияет на работу источника света, что так же отражается на производительности.

Виды подвижности источников света:

Статичный – Полностью статичный и.с., который просчитывается в отдельном процессе и почти не тратит ресурсов компьютера в процессе игры.

Стационарный – Источник света, который может изменять свой цвет и свою насыщенность в реальном времени, но не может перемещаться, вращаться или масштабировать силу света. Так же просчитывается отдельно, однако может отбрасывать тени от динамических объектов

Подвижный – Полностью динамичный и.с., способный менять все свои характеристики в реальном времени и создавать полностью динамическое освещение.

Работа с Контентом

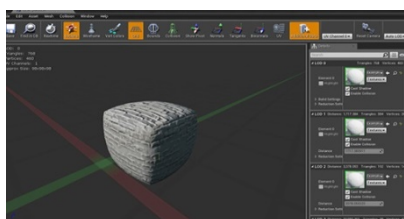
Не все содержимое, которое используется при создании сцены должно быть создано в редакторе. Большинство визуальных ассетов будет создано извне, используя такие инструменты, как 3ds Max, Maya, Photoshop, ZBrush и другие. Ниже приведено довольно общее разделение ассетов, которые будут созданы в редакторе и те, что будут созданы извне.

Редактор Unreal Engine	Сторонние программы
Игровые уровни	3х мерные статичные модели (StaticMesh) Модели со скелетом (SkeletalMesh) Скелетная анимация Текстуры Звуки
Материалы	
Системы частиц	
Кинематографические сцены	
Скрипты Blueprints	
Логика ИИ	
Освещение	

Content Browser (Контент Браузер) — панель, где хранятся все Ассеты (контент) вашего проекта, где можно импортировать новые, организовывать, просматривать, открывать и модифицировать существующие. Так же Контент Браузер позволяет распределять контент по папкам для того, чтобы удобно работать с ним в процессе создания проекта. Так же позволяет копировать или перемещать Ассеты между папками.

Static Mesh представляет собой часть геометрии, которая состоит из множества полигонов, которые могут быть загружены в видеопамять. Это позволяет им быть эффективнее, то есть они могут быть гораздо сложнее, чем другие типы геометрии, такие как браши. Так как они кэшируются в видеопамять, статические меши можно перемещать, вращать и масштабировать, но их вершины не могут быть анимированными каким-либо образом.

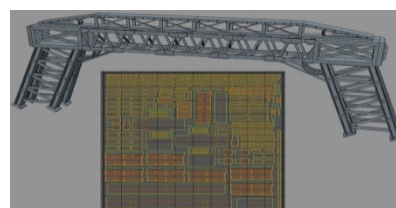
Static Mesh являются основной единицей, используемой для создания мировой геометрии, созданной в Unreal Engine. Это 3D-модели, созданные во внешних приложениях моделирования (например, 3dsMax, Maya, Blender, и так далее), которые импортируются в Unreal Editor через Content Browser, а затем используются различными способами для создания визуализируемых элементов. Подавляющее большинство любых карт в игре, сделанных на Unreal, будет состоять из статик мешей, как правило, в виде Staticmesh Actor. Они так же могут быть использованы для создания подвижных объектов, таких как двери и лифты, листва и ландшафтные декорации процедурно генерируемые здания и многое другое.



Импорт StaticMesh



UV развертка для
освещения



UV развертка для
освещения

Skeletal Meshes построены из двух частей: набора полигонов и иерархического набора взаимосвязанных костей, которые могут быть использованы для анимации полигонов. **Skeletal Meshes** часто используются в Unreal Engine 4 для представления персонажей или других живых объектов. 3D модели, оснастка и анимация создаются во внешнем приложении для моделирования и анимации (3DS Max, Maya, Softimage, и т.д.), а затем импортируются в Unreal Engine 4 и сохраняются в ассеты с помощью контент браузера **Unreal Editor**[3].

Текстуры [1]

Текстуры (Textures) — изображения, которые используются в материалах (Materials). Они отображаются на поверхности, где применен Материал. Так же текстуры наносятся непосредственно — например, как текстуру основного цвета (Base Color textures) — или значениями пикселей текстуры (или texels), которые используются в качестве маски материала или для других шейдерных вычислений. В некоторых случаях, текстуры не

используются в материалах, а отображаются на интерфейсе пользователя. По большей части, текстуры создаются во внешних программах для редактирования изображений, например Photoshop, а затем импортируются в Unreal Editor через **Content Browser**. Тем не менее, некоторые текстуры создаются в Unreal, например Render Textures. Они обычно содержат некоторую информацию сцены, запеченную в текстуру (render to Texture), которую будут использовать в другом месте.

Один материал может использовать несколько текстур для различных целей. Например, простой материал может иметь текстуры с базовым цветом (Base Color), картой отражений (Specular) и картой нормалей (Normal Map). Кроме того, может быть текстура свечения (Emissive) и шероховатости (Roughness) поверхности, обычно они хранятся в альфа-каналах других текстур.

2.1.3 Программные компоненты для создания архитектурных элементов

В наш век бурного развития информационных и мультимедийных технологий у каждого человека уже имеется вполне сформировавшееся представление о таких понятиях, как трехмерное изображение, 3D-графика, трехмерное моделирование. Для кого-то данные слова ограничиваются индустрией развлечений. Всему этому, в первую очередь, способствует невероятный прорыв современной киноиндустрии в создании реалистичных 3D-спецэффектов, которые мы все можем наблюдать в любимейших фильмах на экранах телевизора, в кинотеатрах и на просторах интернета.

Однако, сфера кино далеко не единственная область применения реалистичной трехмерной графики. Такие направления жизнедеятельности, как архитектура и дизайн, напрямую ассоциируются с миром 3D. Виртуальные 3D миры настолько поражают своей реалистичностью и правдоподобием, что завоевывают сердца людей всех возрастов и социальных категорий.

Следует отметить, что в настоящее время существует множество пакетов программ трехмерного моделирования, такие как Maya, 3D Studio Max, ZBrush, Blender и многие другие. Для создания архитектурных декоративных элементов в создаваемом проекте используются программы ZBrush и 3DSMax.

Прежде чем перейти непосредственно к описанию данных редакторов необходимо помнить, что создание полноценных трехмерных объектов (независимо от выбора программного продукта) выполняется по общему алгоритму.

Он включает в себя такие этапы, как:

- создание геометрической модели;
- настройка параметров освещения;
- работа с материалами.

ZBrush — программа для 3D моделирования, созданная компанией Pixologic [2]. Отличительной особенностью данного ПО является имитация процесса «лепки» трёхмерной скульптуры, усиленного движком трёхмерного рендеринга в реальном времени, что существенно упрощает процедуру создания требуемого трёхмерного объекта. Каждая точка (называемая **пиксоль**) содержит информацию не только о своих координатах XY и значениях цвета, но также и глубине Z, ориентации и материале. Это значит, что есть возможность не только «лепить» трёхмерный объект, но и «раскрасить» его, рисуя штрихами с глубиной. То есть не придётся рисовать тени и блики, чтобы они выглядели натурально — ZBrush это сделает автоматически. Также быстро работает со стандартными 3d объектами, используя кисти для модификации геометрии материалов и текстур. Позволяет добиться интерактивности при большом количестве полигонов. Используя специальные методы, можно поднять детализацию до десятков (а то и сотен) миллионов полигонов. Также имеется множество подключаемых модулей (работа с текстурами, геометрией, множество новых кистей, быстрая интеграция с профессиональными пакетами 2d графики и многое другое). ZBrush 4R7 является последним в 4 линейке ZBrush, затем уже последует 5 серия. Как и в предыдущих релизах, Pixologic не просто внесли небольшие изменения, а внедрили довольно крупные новшества. Фактически, 4R7 — один из самых обширных релизов 4 линейки.

ZModeler — это умная полигональная система моделирования, которая предназначена для упрощения процесса создания модели. ZModeler быстро и динамически создает новые формы, делая это легче, чем когда-либо прежде: плавные формы, удаление блоков полигонов, присоединение частей по проложенному пути и повторение ваших действий в один клик!

NanoMesh и ArrayMesh — Вы, как художник, сможете создавать более сложные и детализированные работы, сохраняя низкий поликаунт. И NanoMesh, и ArrayMesh позволят создавать множественные экземпляры (инстансы) любого объекта, которые вы сможете корректировать в считанные секунды.

Улучшенный BPR Render — Система BPR рендера теперь будет рендерить весь Surface Noise, как дисплеймент. Это как-будто наложить карту дисплесмент на модель, но при этом вам ничего не нужно будет делать. Вы получите чрезвычайно детализированный результат во время рендера, независимо от количества полигонов.

ZBrush to Keyshot (ZBridge) - теперь вы с легкостью сможете связать свой ZBrush с Keyshot 5 для получения гипер-реалистичных и высококачественных изображений. Если вы еще не знакомы с Keyshot 5 или если его стоимость вам не по карману, Pixologic предлагает «специальную версию» KeyShot для ZBrush.

Поддержка 64-битной архитектуры — Раздвиньте границы вашего воображения с 64-битной версией ZBrush 4R7. ZBrush теперь использует всю память вашего компьютера, что позволит создавать более сложные работы и ускорит весь процесс.

ZRemesher 2.0 — Ретопология никогда не была дружественным процессом для художников. Теперь с помощью одного клика, вы сможете автоматически создавать органическую или hard surface топологию. Если же вам всё же не понравится полученный результат, вы в любой момент можете взять дело в свои руки и внести правки с помощью кривых, которые помогут определить направление полигонов.

FBX Import/Export — Продолжая работу над улучшением интеграции между программными пакетами, ZBrush 4R7 представляет новый FBX Импорт и Экспорт.

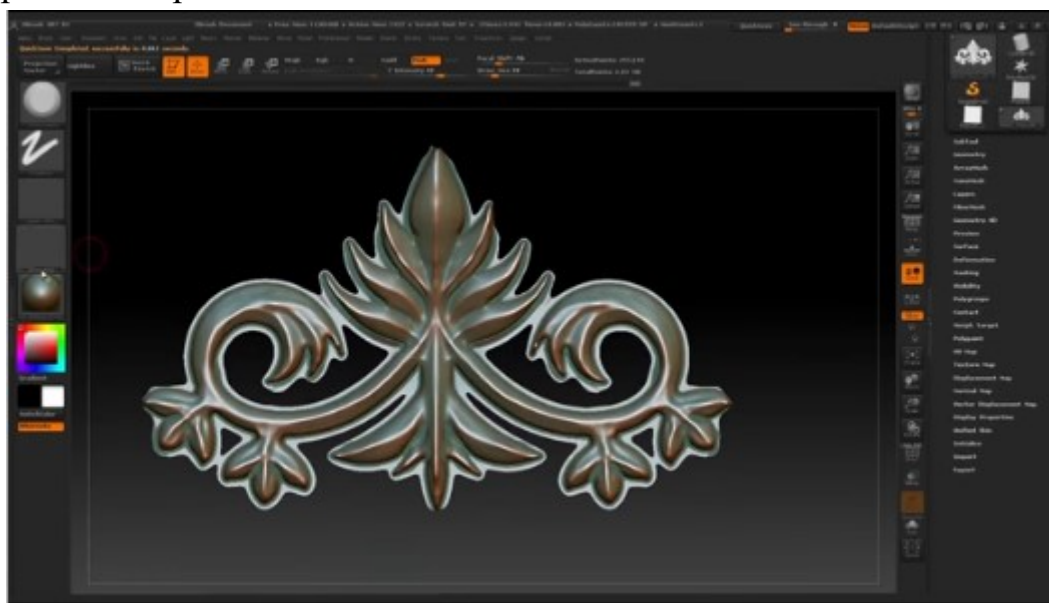


Рис.2.8. Элемент декора для внутренней отделки, выполненный в программе ZBrush

3D Studio Max – это программный комплекс, разработанный компанией Autodesk, для полноценной работы с трёхмерной графикой, содержит мощный инструментарий подходящий для работы не только с трехмерным моделированием, но и для создания анимации. В стандартный пакет также входит подсистема визуализации, позволяющая добиться довольно реалистичных визуализаций. Для достижения более

фотореалистичных рендеров существует возможность воспользоваться более мощными визуализаторами, разработанными специально для 3D Studio Max.

3DSMax позволяет успешно реализовать все стандартные этапы разработки и создания трехмерной модели даже малоопытному или совсем неопытному пользователю. Данная возможность появилась благодаря интуитивно понятному, дружелюбному интерфейсу, обширной библиотеки готовых моделей и материалов. Также немалую роль сыграло широкое распространение данного продукта на территории бывшего Советского Союза - и как итог, свободный доступ к огромному количеству интересной и полезной информации.

В данном редакторе есть огромный выбор трёхмерных объектов – сюда входят и стандартные геометрические примитивы, и более сложные примитивы. Построение несложных геометрических объектов занимает несколько секунд. Всё что нужно – это выбрать подходящую модель и ввести необходимые параметры (высота, длина, ширина, радиус и т.д.).

Также, благодаря интуитивному интерфейсу программы, новичку не составит труда работать со сплайнами (моделирование на основе сплайнов). Невероятно удобной покажется и работа с командами для полигонального моделирования, а также с инструментами для создания поверхностей Безье. Возможность редактирования сетчатых поверхностей на разных уровнях (будь то вершины, сегменты и т.д.) облегчает работу со сложными поверхностями и позволяет добиться максимальной наглядности в их представлении. Большое количество модификаторов с легко настраиваемыми параметрами для работы с геометрией модели помогут воплотить в реальность самые смелые идеи.

Для работы с материалами в 3DSMax используется встроенный инструмент - редактор материалов. При помощи данного модуль создание сложных в плане светопропускания и светоотражения поверхностей, таких как стеклянные или зеркальные, займет совсем немного времени. Сходство с объектами реального мира достигается в процессе визуализации.

При помощи грамотного дизайна рабочего интерфейса программы (на рабочую панель вынесены минимальное необходимое количество кнопок, для работы с которыми можно пользоваться как стандартными манипуляторами ввода(компьютерные мыши, клавиатура), так и профессиональными инструментами (графический планшет)) порог вхождения для новичков значительно снижается.

Стоит отметить, что последние версии программы 3D Studio Max содержат абсолютно все необходимые для работы компоненты и модули. Это

группы модификаторов выбора, сеток, полигонов, оптимизации поверхности и многие другие.

Программа имеет модификаторы для имитации волосяного и мехового покрова. Возможности создания эффектов стрижки и причесывания, движения в соответствии с заданными параметрами жесткости, влажности и т.д., а каждую сцену при анимации могут сопровождать звуковые эффекты. Причем программа поддерживает различные звуковые форматы.

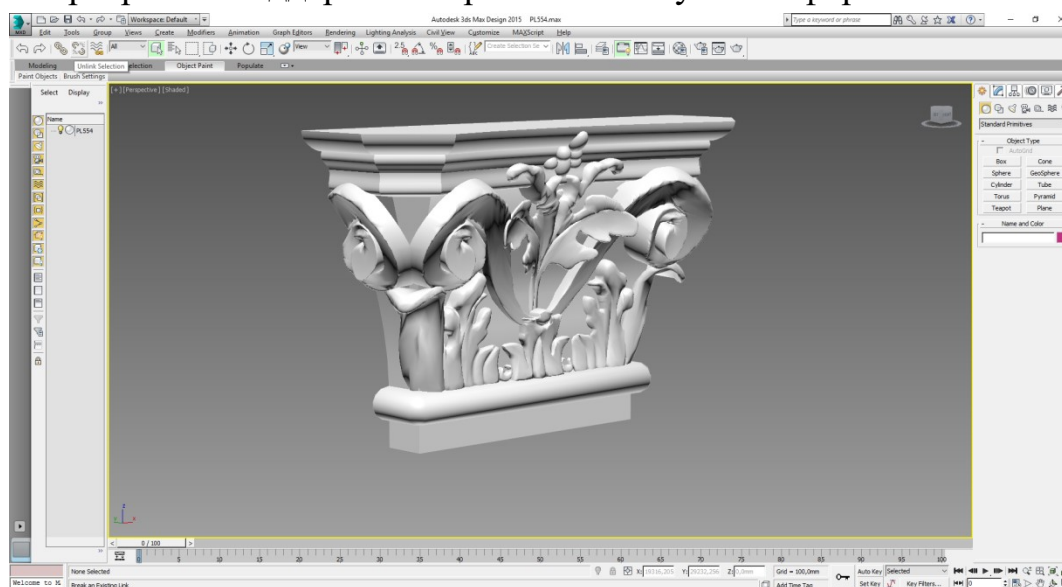


Рис.2.9. Элемент декора, выполненный в программе 3DSMax

При работе в данных редакторах были оцифрованы для дальнейшей интеграции в движок элементы внутреннего и внешнего декора.

2.2 Общий вывод по главе

Исходя из описанного выше инструментария, определим, что разработка виртуальной экспозиции или визуализации в данном случае будет разрабатываться с учётом возможностей выбранного программного и технического инструментария.

Кроме внедрения элементов декора и следованию описанной в главе логике взаимодействия с компонентами программы UnrealEngine4, следует помнить об оживлении сцены в проекте. Для этих целей UnrealEngine предлагает довольно удобную и легко настраиваемую систему искусственного интеллекта, который поможет создать для конечного пользователя ощущения посещения реального объекта исторического или культурного наследия.

Глава 3 Разработка архитектурной визуализации главного корпуса Томского Политехнического Университета.

3.1. Историческая справка объекта

Основным архитектурным стилем объектов исторического наследия в России, возведённых во второй половине XIX века, является историзм или эклектика.

Название «эклектика» произошло от греческого *εκλεκτός*, «избранный, отборный». Эклектизм в архитектуре — направление в архитектуре, доминировавшее в Европе и России в 1830 — 1890-е гг. В зарубежной терминологии носит название — романтизм (для второй четверти XIX века), *Beaux-Arts* (боз-ар) (для второй половины XIX века) и историзм (в современном мире). Характеризуется смешением различных «исторических» стилей, таких как неоренессанс, необарокко, неорококо, неоготика, неомавританский стиль, неовизантийский стиль, псевдорусский стиль, индо-сарацинский стиль.

В начале прошлого века авангардисты в попытках создать что-то новое все время «натыкались» на вечную истину – уже когда-то и кем-то всё было создано раньше.

И стало понятно, что, если пойти по пути некоторого заимствования и совмещения уже существующего, можно создать что-то новое и интересное. Современный арт-дизайн смешивает западное и восточное, старое и новое — арт-деко с хай-теком и этно, то есть интерьеры начала третьего тысячелетия по стилистическому составу чрезвычайно многокомпонентны. Именно это принято называть Эклектика (историзм)

Формы и стили здания в эклектике привязаны к его функции. Эклектика «многостильна» в том смысле, что постройки одного периода базируются на разных стилевых школах в зависимости от назначения зданий (храмы, общественные здания, фабрики, частные дома) и от средств заказчика (сосуществуют богатый декор, заполняющий все поверхности постройки, и экономная «краснокирпичная» архитектура). В этом принципиальное отличие эклектики от ампира, диктовавшего единый стиль для построек любого типа.

Строго говоря, эклектика сама по себе не является отдельным стилем, так как ее особенность как раз и заключается в смешении различных стилей на разной основе. Достаточно часто в среде профессиональных архитекторов термин эклектика носит негативный характер, как направление, не придерживающееся конкретных рамок стилей. С другой стороны нельзя не отметить что подчас сочетание определенных стилей, сделанное со вкусом и

тонким чутьем, может создать уникальные произведения архитектуры и интерьерного дизайна.

Характерными чертами эклектического стиля являются, тесное сплетение при возведении здания технических аспектов с художественными, монументальность, изобилие декоративных элементов.

После анализа представителей стиля, были выделены архитектурные элементы, которые стоит включить в библиотеку для создаваемого инструментария. Библиотека трёхмерных моделей значительно сокращает время при создании визуализации. Нет необходимости вычерчивать и моделировать стандартные элементы экстерьера и интерьера, так как они уже имеются в библиотеке.

В качестве демонстрационного проекта, в котором будут показаны возможности архитектурной визуализации в среде UnrealEngine, был выбран главный корпус Томского политехнического университета.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет — старейший технический вуз в зауральской части России.



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ТПУ является одним из крупных передовых учебных центров России, единственный вуз азиатской части России, входящий в пятёрку лучших технических университетов страны. Получил международное признание, являясь полноправным членом многих международных организаций.

Главный (лекционный) корпус ТПУ (ТТИ) Располагается по адресу пр. Ленина, 30; ранее пр. Тимирязевский, 9; ранее ул. Садовая, 9.

Постановлением Совета Министров РСФСР от 4 декабря 1974 г. № 624 здание было включено в число памятников архитектуры федерального значения.

В Главном корпусе ТПУ находятся Музей истории ТПУ, Выставочный центр.

Здание было запроектировано в комплексе построек Томского технологического института в Министерстве народного просвещения архитектором ведомства академиком Р.Р. Марфельдом. Планировалось как



главный лекционный корпус института. Проект здания был составлен в 1895 г. С 1896 по 1900 годы гражданским инженером Ф.Ф. Гутом велось его строительство. В 1907 г. были пристроены дополнительные объемы, удлинившие боковые крылья корпуса. Проект их был составлен Ф.Ф. Гутом, строительство вел гражданский инженер А.Д. Крячков. Здание имеет богатую архитектурно-декоративную обработку экстерьера и интерьера, выполненную в эклектичной манере.

Торжественная закладка здания главного лекционного корпуса ТТИ состоялась 06.07.1896 г. Строительные работы в 1896 г. ограничились лишь ограждением места и заготовкой строительных материалов. В 1897 г. были вырыты траншеи и положен фундамент под фасад главного корпуса. Строительство шло медленно, непосредственно руководивший им попечитель учебного округа Флоринский по причине занятости своей основной работой и плохого здоровья, строительству зданий института внимания уделял мало. После его кончины в январе 1898 г. строительный комитет в Томске остался без руководителя. После длительных переговоров 24.01.1899 г. профессор химии Е. Л. Зубашев был назначен директором Томского технологического института. С приездом в Томск Зубашева, вступившего одновременно и в должность председателя строительного комитета, значительно ускорились работы по возведению зданий института, проектированию новых корпусов и учебно-вспомогательных учреждений. На общем собрании Государственного Совета 3 июня 1900г. было принято решение открыть Томский технологический институт в составе механического, химического, горного и инженерно-строительного отделений. Основные строительные работы по возведению зданий института завершились не в 1901г., как первоначально было предусмотрено планом, а в 1907г. Затяжка строительства объяснялась значительным объемом построек, задержкой кредитов. На ходе строительных работ тяжело отразилась общеполитическая обстановка в стране, связанная с русско-японской войной и революцией 1905-1907 гг. Главный корпус ТТИ строился в 1897-1907гг.

22 июня 1896 года гражданский инженер Ф.Ф. Гут вошел в состав Строительного комитета по возведению зданий Томского технологического института в должности строителя. Гут стал первым строителем комплекса зданий Томского технологического института, он руководил строительством этого комплекса с 1896 по 1905 годы. Здания главного, химического и физического корпусов он строил по проектам, составленным в Петербурге архитектором Министерства народного просвещения академиком архитектуры Р.Р. Марфельдом. Несмотря на тщательную проработку проекта Р.Р. Марфельдом, при привязке проекта к местности неизменно возникали

сложности и неувязки, которые могли решаться только непосредственно на месте строительства. Поэтому строителю корпусов Ф.Ф. Гуту постоянно приходилось решать множество задач, вносить коррективы в составленные академиком проекты главного, химического и физического корпусов.

3.2. Анализ имеющихся решений

На данный момент в индустрии имеется ряд решений по созданию архитектурных визуализаций и виртуальных экскурсий. В их число входит: полностью заскриптованные, частично заскриптованные, а также с открытым передвижением. В полностью заскриптованных пользователи от начала и до конца будут вести по виртуальному туру «гид», остановки не предусмотрены. В данном варианте виртуального тура нет навигационного интерфейса, и пользователь идёт уже по заготовленному заранее разработчиком сценарию. На сегодняшний день чаще всего встречаются частично заскриптованные виртуальные туры. Здесь в каждой сцене (зале музея) можно остановиться и осмотреться, а только после нажать на точку перехода между сценами – хотспот. Как вариант, при помощи подобного виртуального тура есть возможность рассмотреть все экспонаты в залах музея. Виртуальными турами с открытым передвижением принято считать полную виртуальную проекцию музея. Это один из самых сложных методов разработки в техническом плане, так как при создании полной виртуальной проекции необходимо использовать так называемое 3D-моделирование.

Основная задача подобных проектов – это имитировать присутствие человека в самом объекте культурного и исторического наследия. Данное решение даёт возможность всем желающим посетить интересные экспозиции или места в любое удобное время, а также решают проблему доступности для маломобильных граждан. В работе будет рассматриваться создание полностью интерактивной архитектурной визуализации, в которой конечный пользователь не ограничен в передвижении и у него есть определённая свобода действия.

Виртуальной экскурсией (туром) принято считать способ реалистичного отображения трёхмерного многоэлементного пространства на экране. Одним из способов реализации данной задачи можно считать пошаговые фото-экскурсии. Элементами подобных проектов являются сферические панорамы, которые соединены между собой интерактивными ссылками-переходами, т.е. хотспотами. Простыми словами, виртуальный тур является общим обозначением для нескольких объединённых сферических панорам, между которыми пользователь в процессе просмотра имеет возможность виртуально перемещаться. В подобные проекты также могут

входить и другие интерактивные элементы – всплывающие информационные окна, поясняющие надписи, графически оформленные клавиши управления и т. д. Виртуальный тур создаёт у пользователя некий эффект присутствия, т. е. яркие запоминающиеся образы, которые позволяют получить наиболее полную информацию об объекте. Данное решение, благодаря простоте реализации в данный момент является лидером при создании виртуальной реализации существующего объекта. Однако у такого решения имеются и свои недостатки. К ним можно отнести чёткие границы перемещения, ограничения в качестве изображения и сопутствующие неудобства конечного пользователя.

Как уже было сказано выше, для выполнения поставленных задач были выбраны программы, которые позволяют создавать полностью интерактивные приложения. При создании архитектурных визуализаций реальных объектов, несмотря на используемое приложение, используются стандартные для визуализации в трёхмерных редакторах этапы.

Наилучший способ справиться с любой задачей — проанализировать её и разбить на более простые составляющие. Этот процесс анализа и планирования должен быть на стадии подготовки к работе над проектом. Данные действия являются необходимым и неотъемлемым требованием, особенно если присутствуют ограничения по времени и средствам.

Каждый архитектурный 3D проект создаётся в несколько этапов:

- фотосъёмка
- обмер помещения
- вычерчивание плана
- создание коробки помещения
- назначение материалов
- мебель и аксессуары
- постановка света
- визуализация

Все шаги создания проекта являются важными, требуют немало усилий и временных затрат. Срок выполнения проекта напрямую зависит от того, сколько времени потрачено на выполнение каждого этапа. Поэтому удобнее и эффективнее работать в такой последовательности.

1 этап. Фото и обмер помещения



Первый этап по большей части является организационным. Происходит встреча с заказчиком, на которой обговариваются желаемый результат и проводятся замеры помещения. В случае визуализации крупных объектов, таких как торговые центры, музей или здания университетов, то, для упрощения времени замеров, можно воспользоваться имеющимися в обязательном порядке планами эвакуации.

При посещении нарисуйте план помещения и замерьте все стены, выступы, высоту и ширину проемов, расстояние от пола до окна, и высоту потолков и т. д. Также стоит учитывать дверные проемы, арки, перегородки и т. д. В дальнейшем, при переносе плана в компьютерную модель, все это пригодится. Необходимо произвести подробную фотосъёмку помещения. При воспроизведении мелких деталей, фотографии будут очень кстати. Также стоит подробно отснять имеющуюся отделку помещения – это пригодится при создании материалов и текстур на конечном этапе визуализации. Если в помещении большие окна, то обязательно сфотографируйте вид из окон. Данные снимки могут понадобиться для наиболее реалистичного представления объекта. При создании экстерьеров можно сделать фотографии видов местности вокруг проектируемого проекта. Потом ими можно будет воспользоваться для создания окружения. Обязательно обговорите с заказчиками сроки сдачи проекта и бюджет. Всё это необходимо предусмотреть для того, чтобы правильно рассчитать временные и трудозатраты.

2 этап. Вычерчивание плана помещения

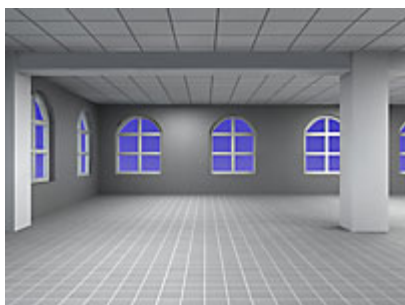


Данный этап можно считать самым простым и быстрым. При наличии у разработчика или дизайнера всех необходимых размеров, начинается работа по вычерчиванию плана помещения. Для удобства, лучше и быстрее использовать какой-нибудь программный продукт для проектирования, например, AutoCAD.

Однако, если знаний и умений для работы в AutoCAD не хватает, то можно чертить в конечной программе для визуализации (трёхмерный редактор типа 3DsMax, или игровой движок), хотя стоит все-таки ознакомиться с пакетом автоматического проектирования AutoCAD, потому что часто могут предложить уже вычерченный план, который, как правило, выполнен в этой программе. Иногда, для сомнительной экономии времени,

визуализаторы пытаются избежать этапа вычерчивания плана и пытаются строить «на глаз», но это не только верх непрофессионализма, но и залог непропорциональности.

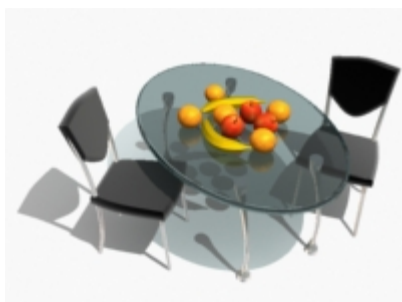
3 этап. Создание коробки помещения



Коробка помещения — это пустая сцена помещения, включающая в себя все стены с оконными и дверными проемами, пол и потолок, плинтуса и карнизы, балки и колонны. Воссоздание коробки помещения внутри программы для визуализации — это неотъемлемый этап в разработке проекта.

Обычно, если не игнорировался второй этап, то имеется заранее вычерченный план помещения, что значительно ускорит создание коробки помещения и не создаст проблем. Стены можно смоделировать самыми разными способами. При построении стен, проёмов, колон и других архитектурных элементов необходима точность. В UnrealEngine4 существуют базовые элементы по созданию архитектурных объектов (стены, дверные проёмы, колонны и т.д.). также стены можно создавать при использовании брашей – элементов с изменяемой геометрией в движке.

4 этап. Создание дополнительных элементов экспозиции



Наполнение помещения элементами обстановки, декора, аксессуарами и прочими элементами интерьера - это самый главный этап любого проекта.

Не вся мебель смоделирована заранее, что-то из обстановки придется моделировать самостоятельно. Общим советом при разработке

моделей мебели – стоит моделировать объекты мебели в отдельных файлах, а затем внедрять их в сцену с проектом. Таким образом, можно организовывать собственную библиотеку моделей. При моделировании мебели и аксессуаров можно использовать все известные методы моделирования. При импорте в UnrealEngine следует помнить, что до последних версий поддерживается формат моделей *.fbx. при выгрузке из трёхмерного редактора вместе с моделью выгружаются и назначенные материалы, и световая карта объекта.

5 этап. Подбор и назначение материалов



Этот этап крепко связан с предыдущим. Обычно эти этапы перемешиваются, т.е. если добавляется новый элемент интерьера, то ему сразу назначается материал. Именно текстуры и материалы придают итоговому результату реалистичность.

Конечно же, для создания хорошей текстуры пригодится знание какого-нибудь графического пакета, например, Photoshop. В 3DsMax есть редактор материалов, с помощью которого можно создавать материалы с повторяющимся узором, сложные составные материалы, стекло, штукатурку и другие необходимые в архитектурных визуализациях материалы.

В UnrealEngine есть собственный редактор материалов, позволяющий создавать как простые материалы с повторяющимся узором, так и объёмные материалы, например паркет с деревянным узором. Существует специальная программа для создания сложных материалов, под названием Substance Material. Данная программа довольно проста в освоении и имеет большие возможности для создания разного рода материалов. Расстановка на сцене всех элементов обстановки и подбор материалов – самые долгие этапы, требующие значительных затрат времени и терпения.

6 этап. Постановка света



Самый сложный и самый ответственный этап. Плохо поставленный свет может все испортить. Нужно предусмотреть все источники света, которые будут в реальном помещении, и смоделировать их. Именно на этом этапе 3D художник проявляет себя как творческая личность. В каждом отдельном проекте постановка света — это новизна. Свет играет важнейшую роль и в интерьере и в экстерьере.

Возможности моделирования динамического света и теней на сцене при проектировании в UnrealEngine4 сильно сокращают время на данном этапе. Различные варианты освещения (направленный, точечный, светосфера, прожектор) помогают практически сразу же посмотреть конечный вариант визуализации. Однако необходимо при разработке визуализации время от времени производить просчёт световой схемы, это помогает посмотреть на результат и увидеть возможные недочёты и ошибки, которые помешают при дальнейшей работе.

7 этап. Визуализация



Визуализация — это итоговый этап всей проделанной работы. При разработке архитектурных визуализаций в трёхмерных редакторах стоит учитывать несколько факторов. Во-первых, этот этап требует правильной постановки камер, ведь от выбора ракурса зависит очень многое. Во-вторых, необходимо правильно подобрать размер и разрешение изображения.

Если позволяет время, то итоговый результат можно «доводить» в графическом редакторе, например в Photoshop. В качестве итогового продукта можно делать не только картинку, но и панорамный рендеринг, и пролет камеры по помещению, т. е. видеоролик.

В рассматриваемом проекте, конечный этап разработки – это интерактивная визуализация, в которой возможно полное взаимодействие пользователя и визуализации. Так же в игровом движке можно создавать видеоролики.

3.3. Создание архитектурной визуализации в предлагаемом инструментарии

Проектирование и создание архитектурной визуализации будет производиться на базе движка Unreal Engine 4.

Проектирование любого проекта в игровом движке от Epic Games начинается с выбора начального уровня разработки. Unreal Engine 4 предлагает несколько вариантов начальных уровней, в данном случае выбор стоит между видом камеры – от первого или от третьего лица. Данные варианты предлагают наиболее удобные варианты взаимодействия пользователя с объектами на сцене.

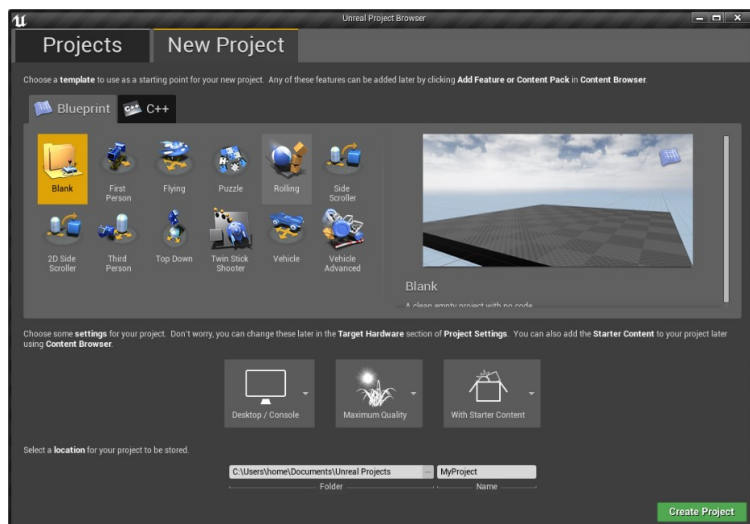


Рис.3.1 Окно выбора начального набора элементов в Unreal Engine 4

Выбран вид от третьего лица.

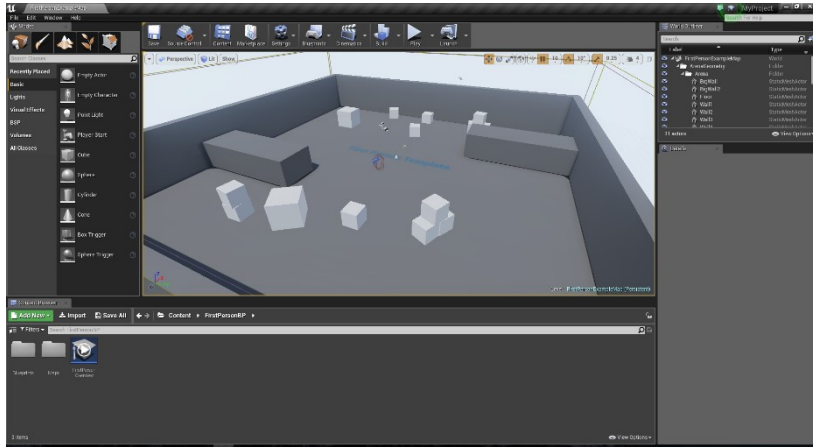


Рис.3.2 Вид начального набора элементов для третьего лица в Unreal Engine 4
После создания начального уровня, очистим уровень от предустановленных на него объектов, оставим только стены и пол.

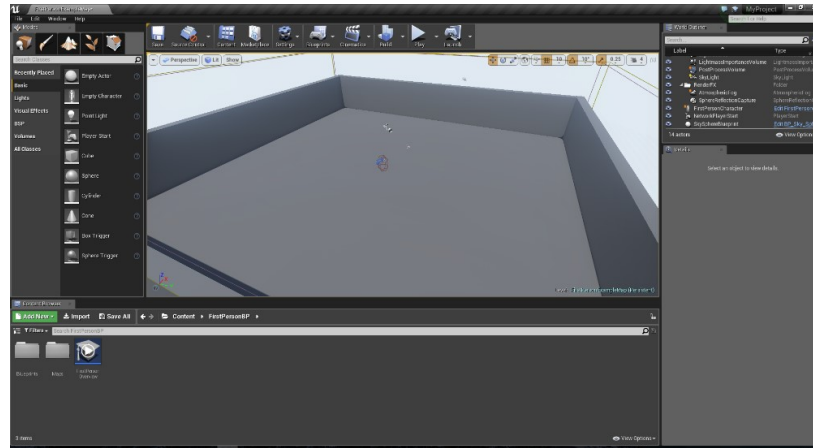


Рис.3.3 Пустая сцена для варианта от третьего лица в программе Unreal Engine 4
После очистки сцены, изменим функционал, используемый главным героем реконструкции, а именно добавим кнопку действия, благодаря которой он сможет взаимодействовать с объектами на сцене.

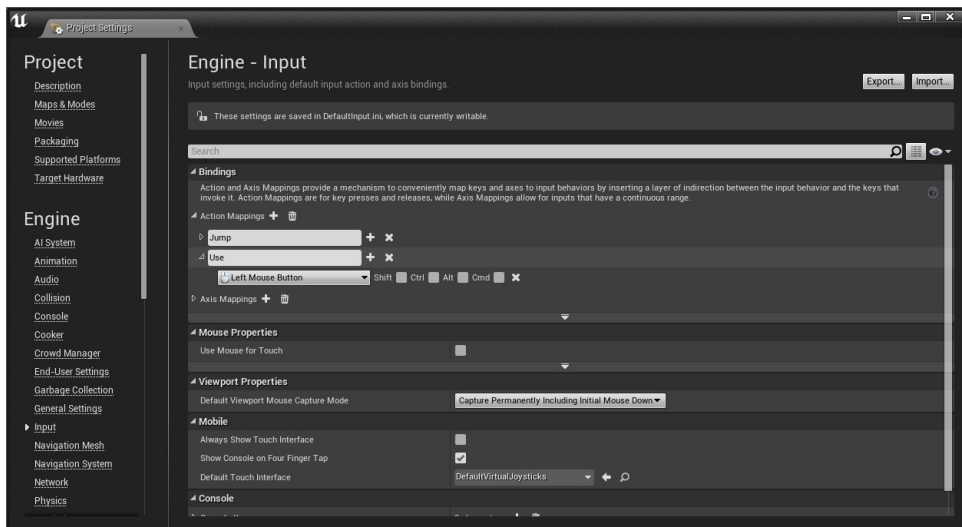


Рис.3.4 Окно добавления действия для персонажа в Unreal Engine 4

Теперь, при нажатии на левую кнопку мыши, пользователь сможет вступать во взаимодействие с предметами, расставленными на сцене.

Также добавим возможность смены вида камеры. Откроем в редакторе блупринтов представленную по умолчанию модель персонажа. Добавим камеру для вида от первого лица. Стоит учитывать, что если просто поставить камеру на место, то она не будет менять положения согласно движению мыши. Для устранения этого недостатка установим пару важных штрихов в редакторе блипринтов. В свойствах камеры поставим флажок со свойства «Lock to HMD», затем перейдём в окно «Event Graph» и пропишем логику срабатывания смены вида камеры при нажатии на кнопку «V».

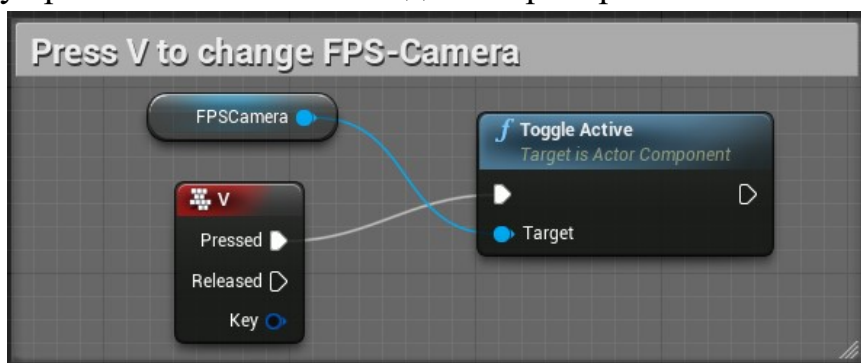


Рис.3.5 Функционал для смены вида камеры.

Перед началом работы над непосредственно визуализацией необходимо добавить созданную в выбранном инструментарии библиотеку декоративных элементов, насчитывающую около 600 объектов и внедрить их в игровой движок.

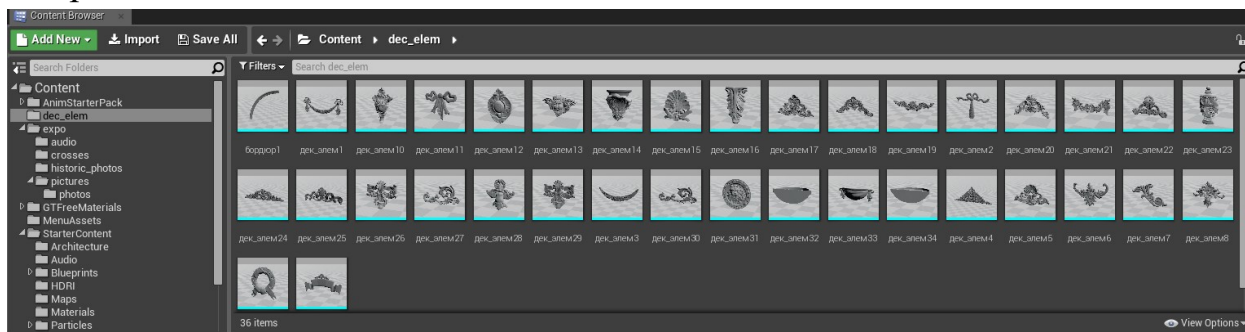


Рис.3.6 Загруженные модели в движке UnrealEngine

При переносе модели с расширением *.fbx, в случае отсутствия закреплённых за ней текстур, на неё автоматически накладывается материал по умолчанию, названный WorldGrid. Это делается за тем, чтобы внедрённый элемент не использовал большие вычислительные мощности при постановке на сцену или дальнейшей его модификации.

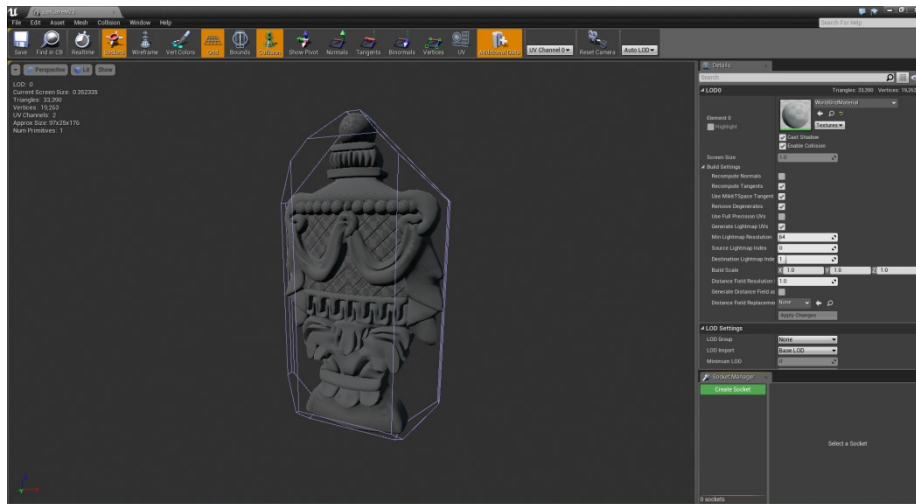


Рис.3.7 Декоративный элемент в движке UnrealEngine

На импортированный объект можно наложить текстуру, как в редакторе модели, так и при размещении на сцене.

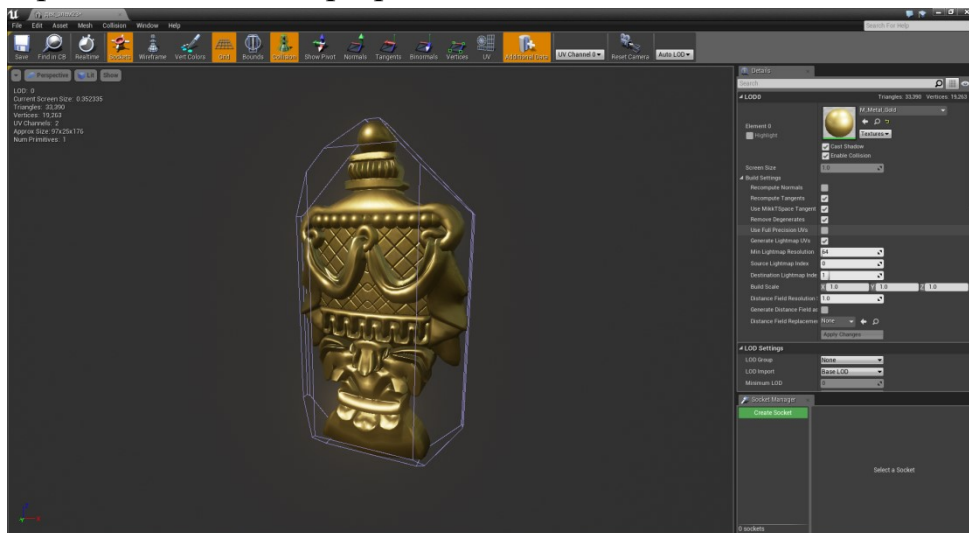


Рис.3.8 Модель с наложенным на него материалом в движке UnrealEngine

После формирования библиотеки декоративных элементов, можно приступить к непосредственному проектированию визуализации.

Дизайн уровня

Согласно описанной ранее логики создания архитектурных визуализаций сначала создадим чертёж помещения.

На первом этапе проектирования используются общедоступные съёмки большого размера и планы, так как разрабатывается основной скелет конструкции.



Рис.3.9 Фото фасада главного корпуса ТПУ



Рис.3.10 рисунок главного корпуса ТПУ

Из анализа доступной информации в автоматизированной системе проектирования и черчения AutoCAD был создан план этажа главного корпуса.

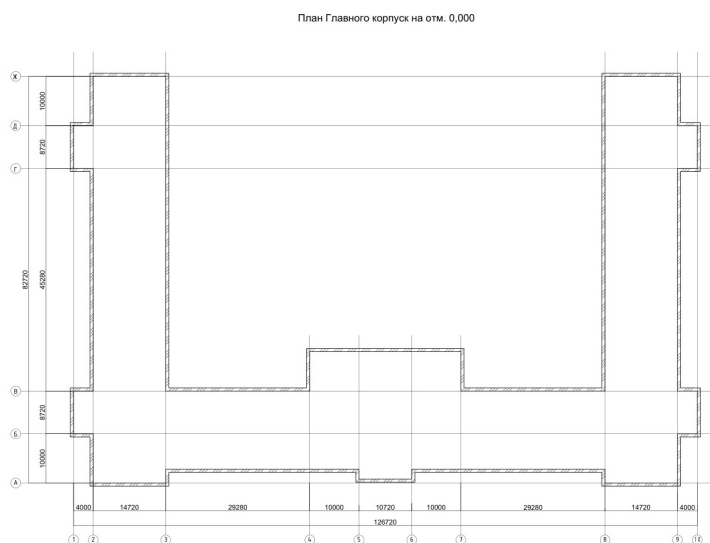


Рис.3.11 План этажа в программе AutoCAD

После составления плана этажей, определены размеры лестниц и их расположение.

Затем, следуя этапам архитектурной визуализации, была создана коробка помещения.

В движок перенесены схемы поэтажных перекрытий.

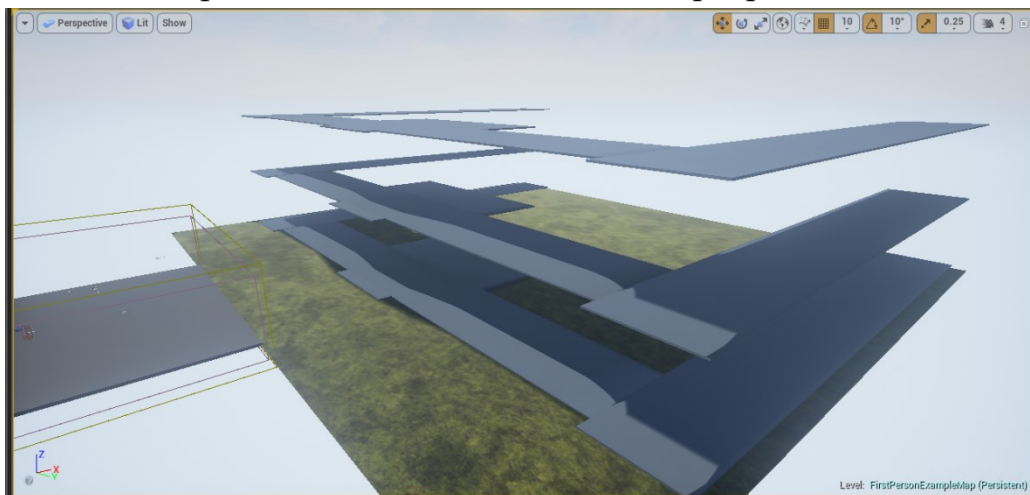


Рис.3.12 Схема поэтажных перекрытий.

Были добавлены лестницы.

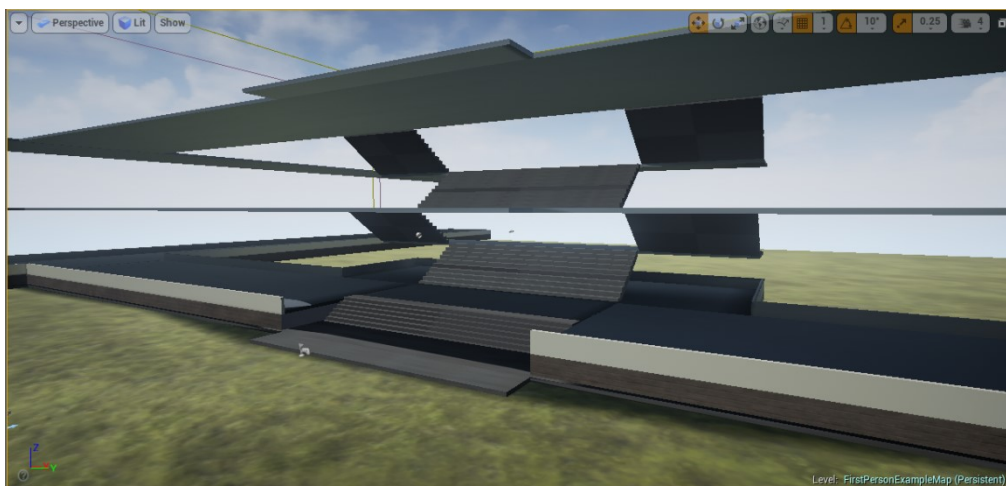


Рис.3.13 Поэтажные перекрытия с добавлением лестниц.



Рис.3.14 Парадная лестница, вид с пролёта первого этажа.

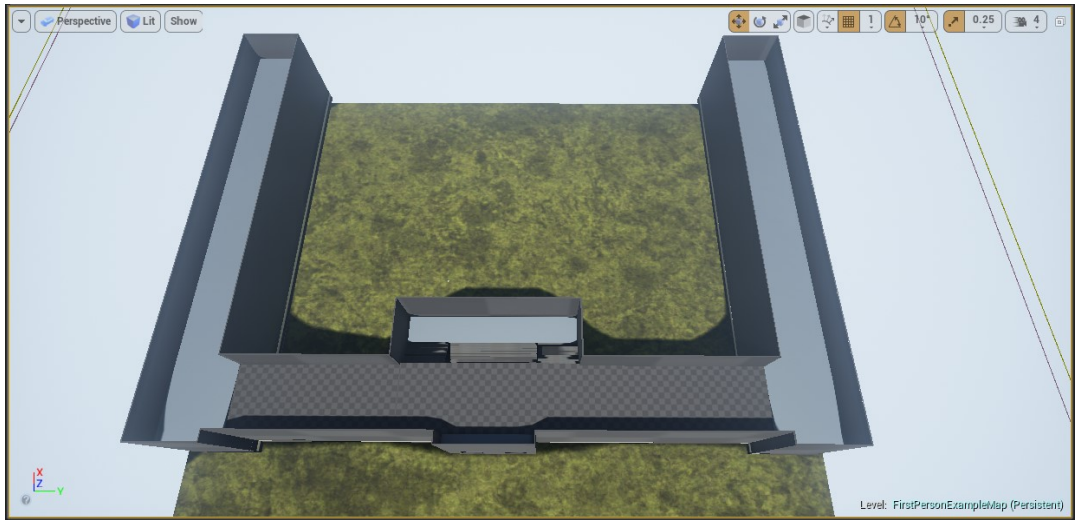


Рис.3.15 Вид сверху на коробку помещения.

Следующим этапом было разметка границ элементов фасада, для этого были измерены выступающие элементы фасада главного корпуса, создан чертёж. Из него в движке был создан объект для редактирования на сцене.

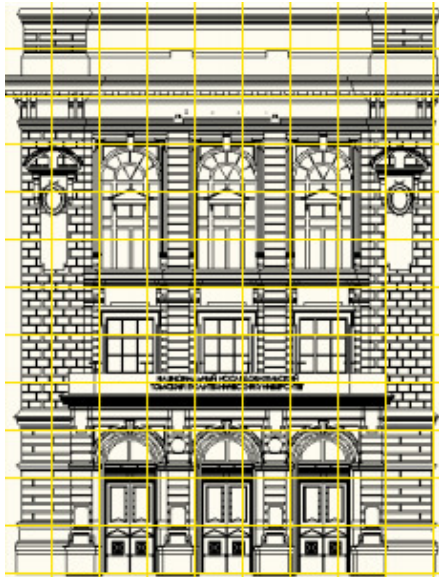


Рис.3.16 Чертёж фасада парадного входа в ГК ТПУ.

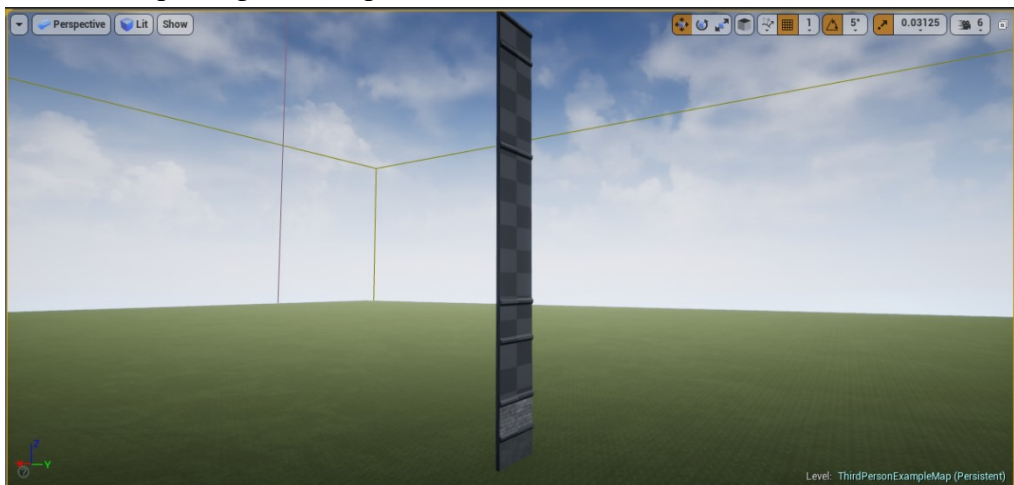


Рис.3.17 Участок стены в UnrealEngine4.

Для любой визуализации необходимы источники естественного освещения.

Проникания света в коробку помещения осуществляется через оконные и дверные проёмы.

Добавление их в движке осуществляется благодаря свойствам геометрических примитивов. Свойство “Add” позволяет добавлять на сцену геометрические объекты, а свойство “Subtract”- вырезать объекты из имеющихся на сцене примитивов. Существует возможность комбинировать несколько вырезаемых частей, например, для создания арочного прохода.

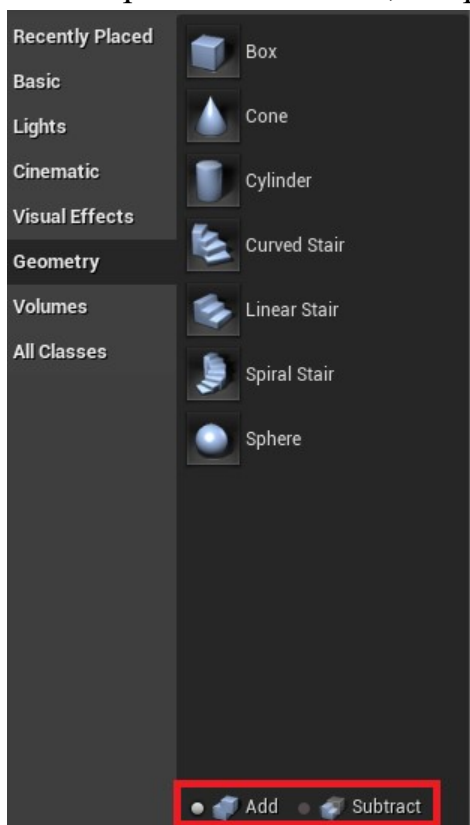


Рис.3.18 Свойства геометрических примитивов в UnrealEngine4.



Рис.3.19 Арочный проём для парадного входа.

Для дальнейшей визуализации необходимо использовать фотографии отдельных узнаваемых элементов архитектуры и интерьера главного корпуса.



Рис.3.

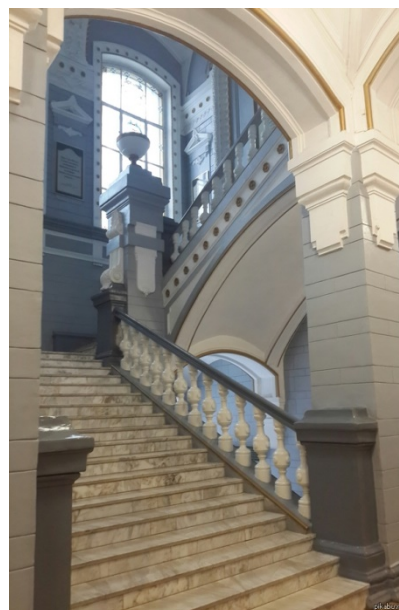


Рис.3.21 Оформление парадной лестницы



Рис.3.22 Холл первого этажа

Работа с окружением визуализации

Для создания более подробной сцены вне здания, при работе в UnrealEngine4 есть возможность создать топографически реалистичную карту местности.

Выгрузим карту высот интересующей нас местности с сайта terrain.party[4].

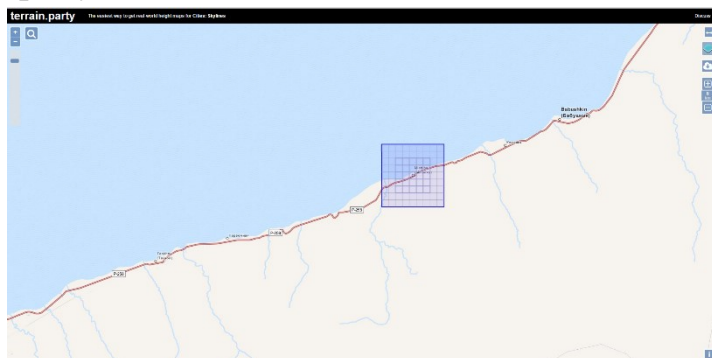


Рис.3.23 Снимок экрана страницы сайта terrain.party[4]

Для ландшафтных реконструкций необходимо создать специальный материал, который в дальнейшем позволит изменять материалы созданного объекта (на горах использовать текстуру гор, на прибрежных территориях – песок, и т.д.)[9].

Создадим элемент Layer blend. Добавим в него новые элементы по количеству используемых материалов(Adds Element) и назовём их соответственно (rock – скалы, gravel – земля, grass – трава и т.д.).

Для всех созданных элементов выбрать blend type – Height blend.

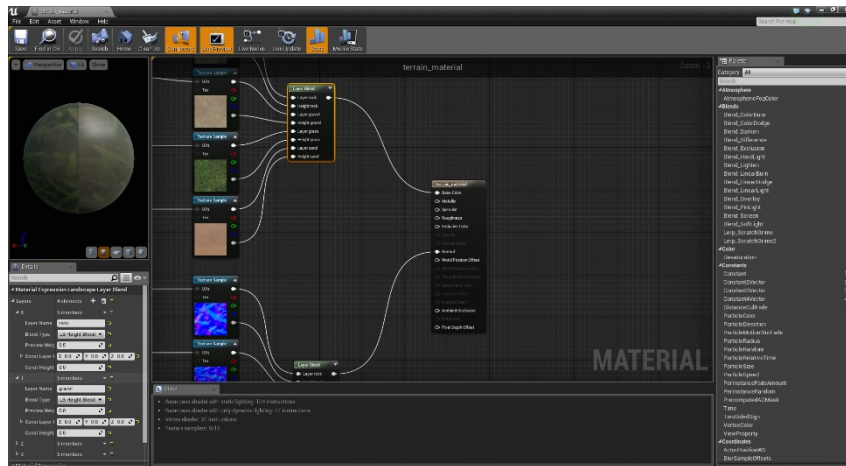


Рис.3.24 Открытое окно Editor в Unreal Engine 4

Затем для всех созданных материалов создадим landscape coordinates.

Для каждого созданного элемента в окно редактора необходимо поместить текстуру (перетащить из content browser) и объединить следующим образом.

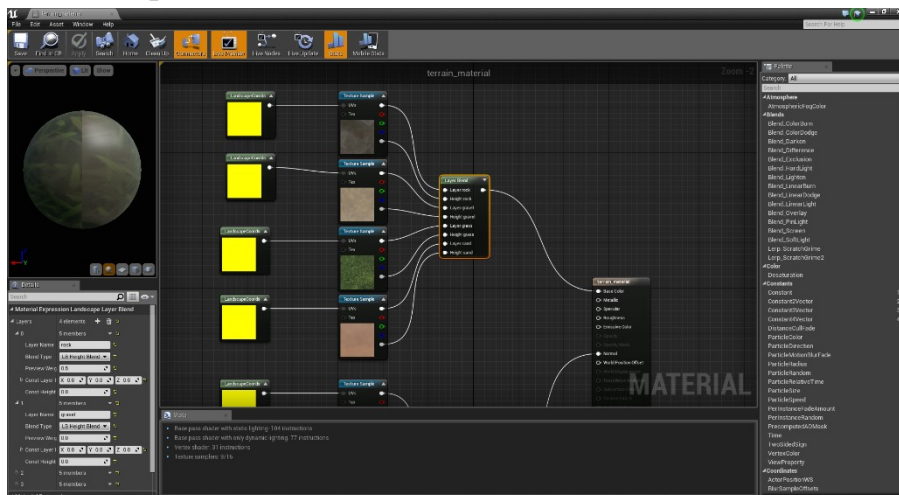


Рис.3.25 Связи между текстурами и layer blend в Unreal Engine 4

Скопируем landscape coordinate и layer blend. Добавим в окно редактора нормали текстур (элементы, отвечающие за визуальный объем).

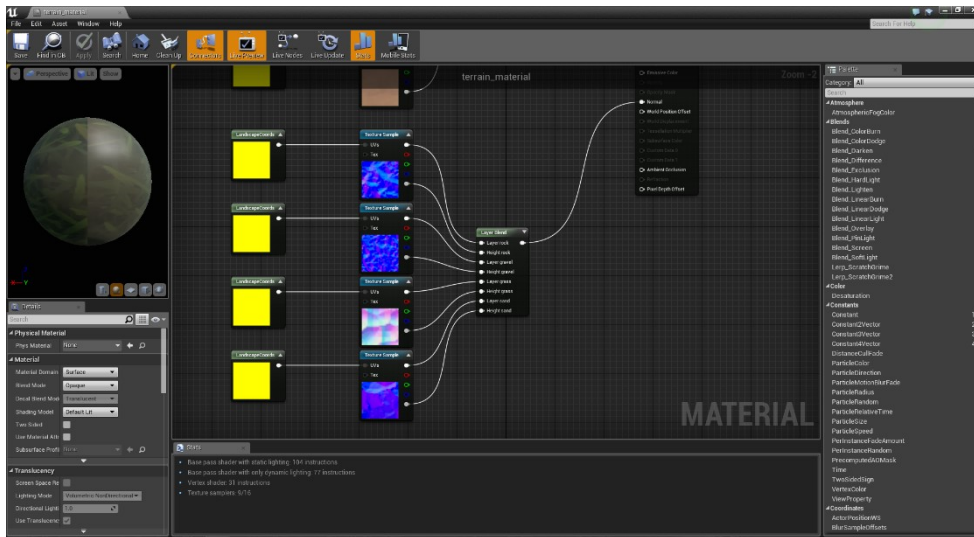


Рис.3.26 Связи между нормальми текстур и layer blend в Unreal Engine 4
Сохраним созданный материал.

Чтобы «красить» ландшафт, для всех созданных материалов необходимо создать layer info(create layer info → weight → blended layer(normal)) после выбора материала во время создания ландшафта.

Далее, в Unreal Engine 4 перейдём во вкладку Landscape.

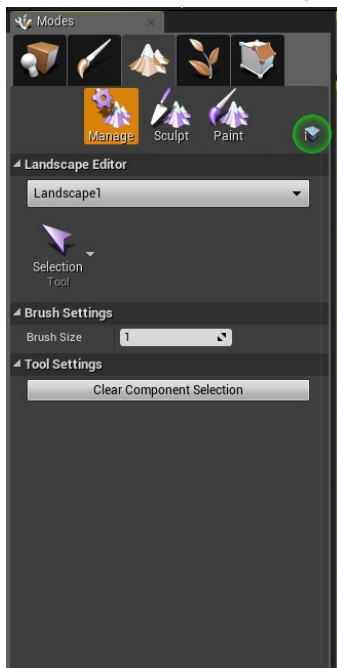


Рис.3.27 Окно работы с ландшафтом в Unreal Engine 4
Выберем инструмент создание нового ландшафта.

В появившемся окне выберем «Import from file» и в графе «Heightmap file» укажем путь к выгруженной с сайта карте высот.

В используемых материалах выберем заранее созданные.

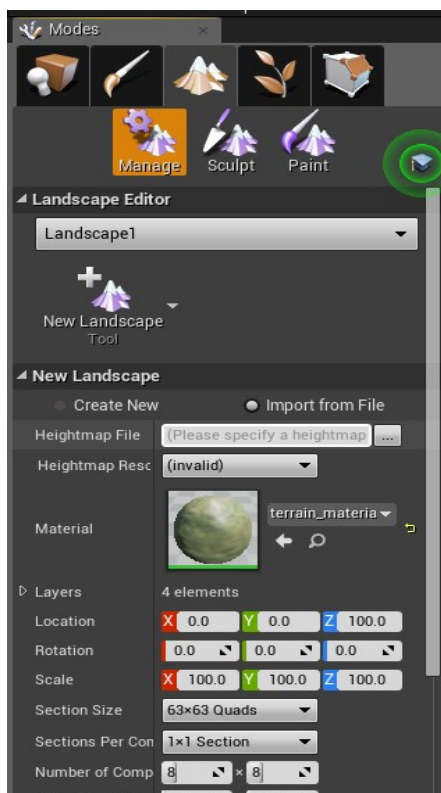


Рис.3.28 Инструмент создания нового ландшафта в Unreal Engine 4

После окончания создания коробки помещения настанет время этапы работы с материалами и текстурами.

Работа с текстурами

При работе с набором стандартных текстур в движке возникла ситуация, при которой имеющиеся материалы не оптимизированы для проекта. При запуске визуализации они смотрелись нереалистично[10].

Для решения этой задачи необходимо открыть нужную текстуру в редакторе и добавить блок, который в дальнейшем позволит менять размер прорисовки текстуры в реальном времени. Это действие позволит масштабировать материалы для каждого отдельного элемента визуализации.

Откроем интересный материал для редактирования. При нажатии на кнопку «M» к текстуре добавляется элемент «Multiply». Затем, после нажатия кнопки «S» добавится элемент «Scalar Parameter», присвоим ему имя «Tex_Scale». Потом, нажав на правую кнопку мыши, добавим элемент «Texture Coordinate» в редактор. Соединим добавленные ранее элементы указанным способом.

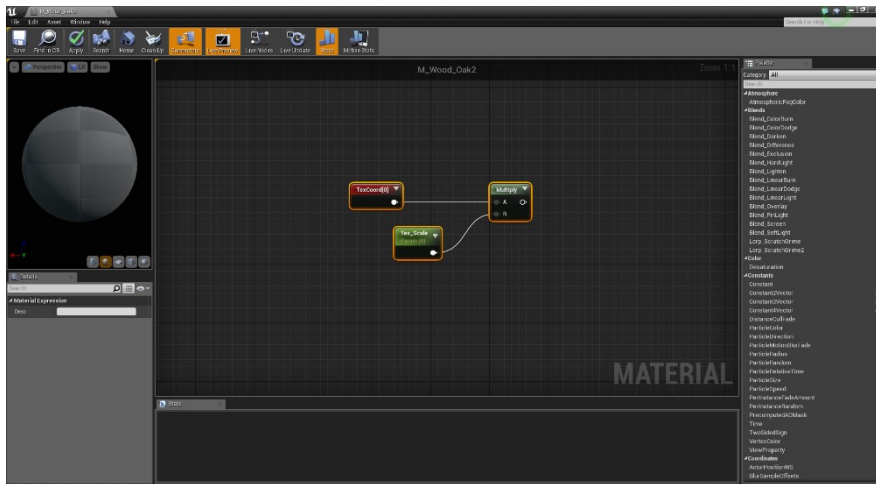


Рис.3.29 Связка, необходимая для редактирования размеров материала в UnrealEngine 4

Эту связку необходимо добавить ко всем имеющимся текстурам в редакторе. Но если текстура простая, то можно соединить её только с той, которая имеет связь с «Normal» в описании текстуры.

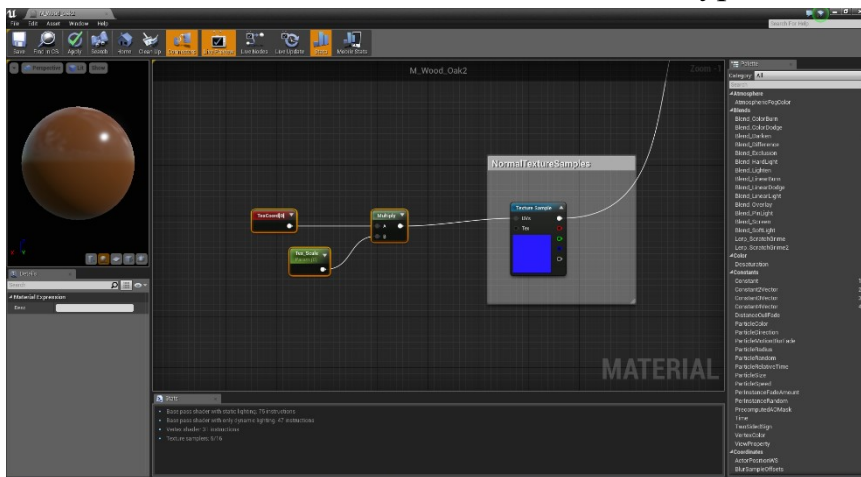


Рис.3.30 Связи между нормалей текстуры и созданной связки в Unreal Engine 4
Затем нажмем на кнопку «Compile» и сохраним.

Из измененной текстуры нажатием правой кнопки создадим Material Instance, который и будет используемым материалом.

Добавим его на сцену (в данном случае изменяем материал паркета), и параллельно откроем его в редакторе.

Текстура смотрится значительно более реалистичной, чем при применении стандартного образца.

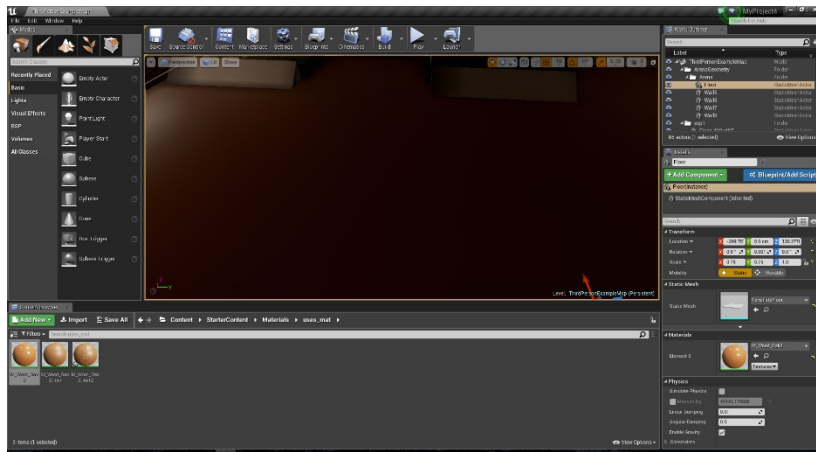


Рис.3.31 Пол сцены при использовании стандартного материала в Unreal Engine 4

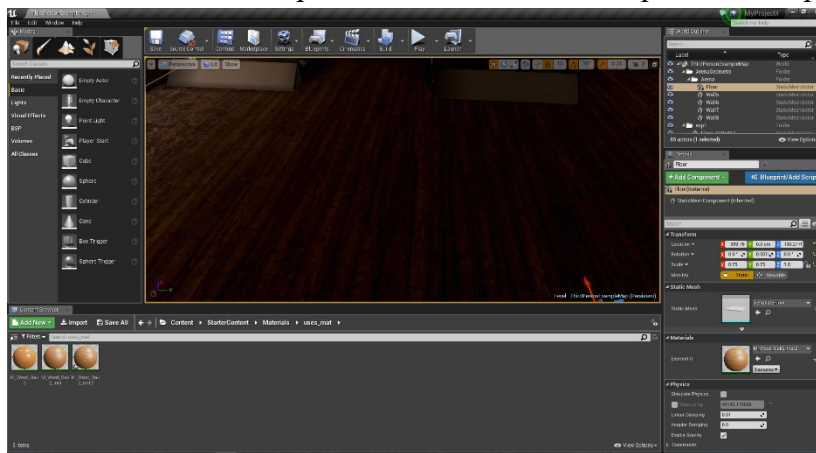


Рис.3.32 Пол сцены после применения измененного материала в Unreal Engine 4
Прделаем тоже с текстурами стен и потолка.

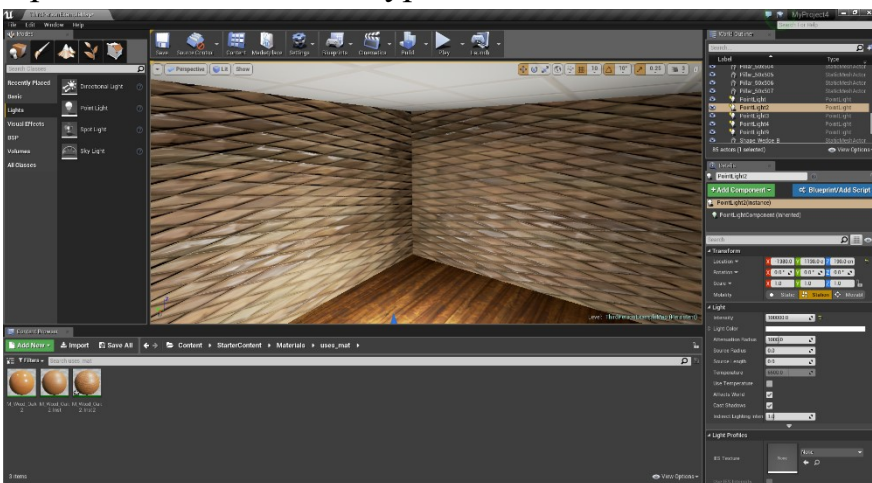


Рис.3.33 Пол, стены и потолок в сцене с использованием отредактированных материалов

Настройка освещения

После окончания работ с материалами настает время для настройки параметров освещения.

Основным освещением на сцене является светосфера (sky sphere). Для увеличения проникающего света в помещение, следует разместить за оконными проёмами по небольшому прожектору.

Над экспонатами или элементами сцены, на которые стоит обращать внимание стоит разместить либо точечный свет (point light), либо опять-таки направленный свет прожектора (spot light).

После подготовки сцены, начнем создавать экспонаты виртуального музея.

Но просто кусок земли в комнате будет смотреться неинтересно, поэтому придадим ему реалистичности и создадим стеклянный стенд, на котором и будут размещены реконструкции.

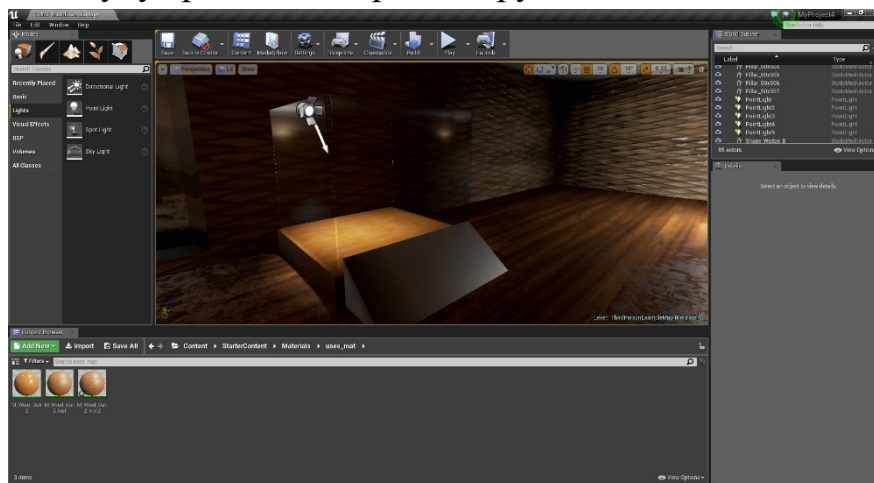


Рис.3.34 Стенд для экспонатов, полностью созданный в Unreal Engine 4

Создание элементов виртуальной визуализации

К сожалению, в Unreal Engine 4 нет возможности создания всех необходимых экспонатов. Для этого воспользуемся возможностями 3DsMax, в котором будут созданы экспонаты и картины.

В главном окне создадим простой куб по размерам изображения.

Уберём значок с опции использования мировых координат. Это поможет в дальнейшем при выгрузке, наложить на созданный куб изображение.

Откроем вкладку Modify, присваиваем объекту Editable poly, выбираем Polygon, выделяем лицевую часть картину.

Во вкладке Edit polygons выбираем insert и сдвигаем полигон внутрь по размеру картины. Затем в той же вкладке выбираем функцию Extrude и вдавливаем картину примерно на сантиметр.

Выходим из Polygon. Прделаем всё тоже самое для всех имеющихся изображений.

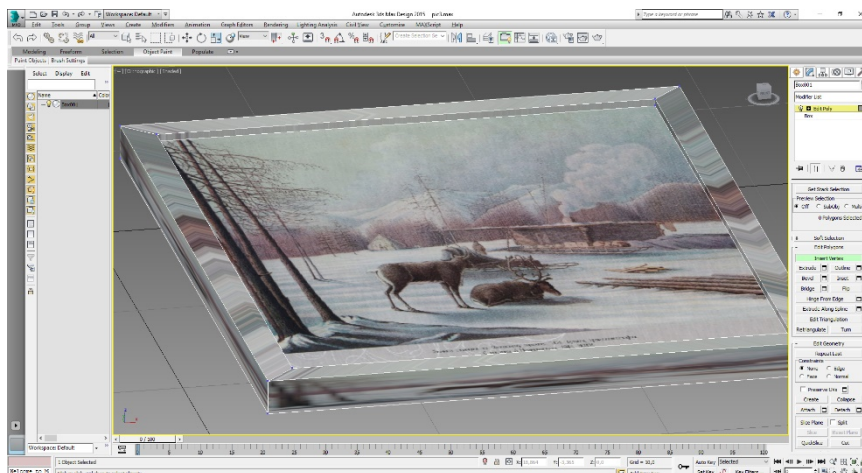


Рис.3.35 Подготовленный объект в программе 3DsMax для выгрузки в проект
После создания картин, необходимо их выгрузить в определенном формате(FBX), иначе Unreal Engine не определит их как объекты для импорта в проект[8].

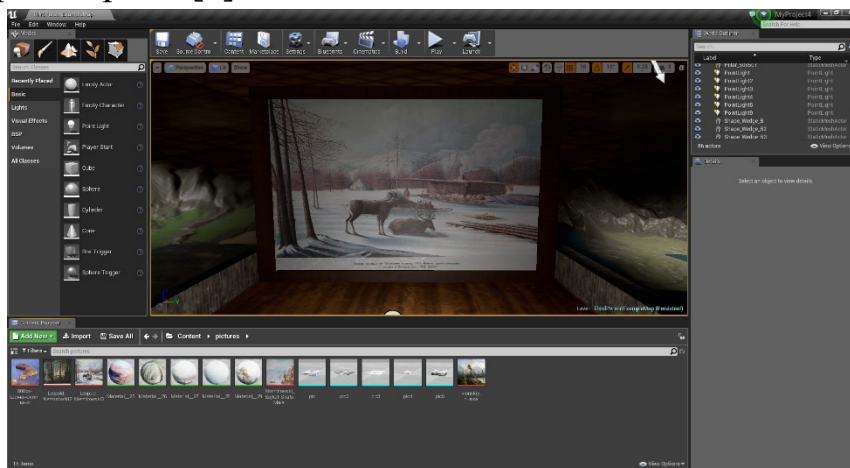


Рис.3.36 Размещенный объект на сцене в Unreal Engine 4
Изменение геометрии внутри Unreal engine4.

Внутри движка есть собственные инструменты изменения геометрии объектов. Есть возможность стандартных команд трёхмерных редакторов как «Выдавливание», «изменение размеров», и т.д.

Изменению геометрии подвергаются определённые объекты редактора, находящиеся во вкладке “Geometry” или “BSP”.

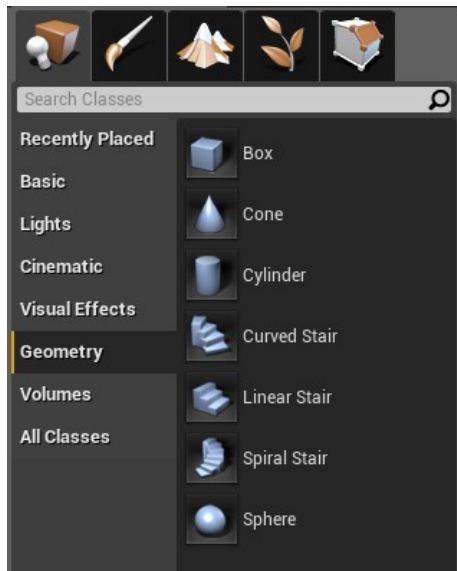


Рис.3.37 Элементы изменяемой геометрии

Разберём изменение геометрии объектов на примере куба.

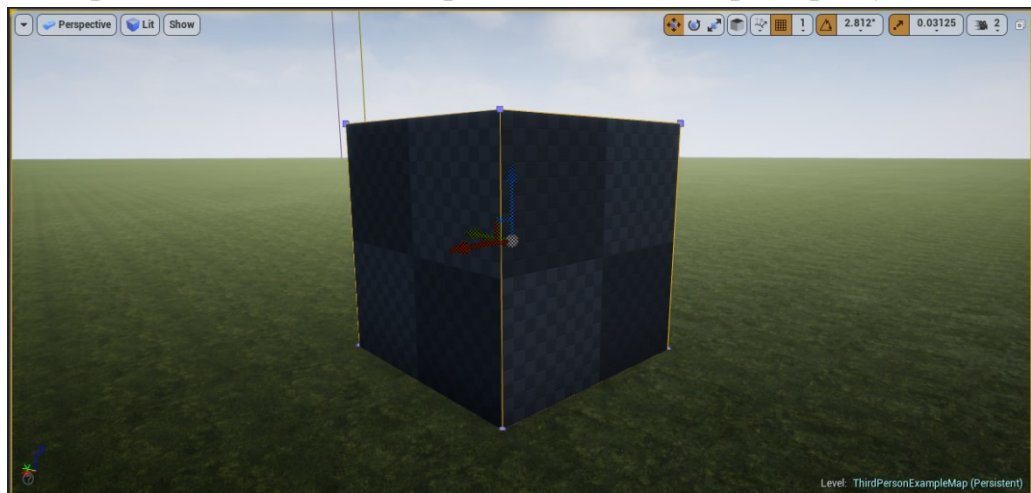


Рис.3.38 Элемент куб из панели “Geometry”

Изменение геометрии объектов производится при помощи панели “Geometry editing”.

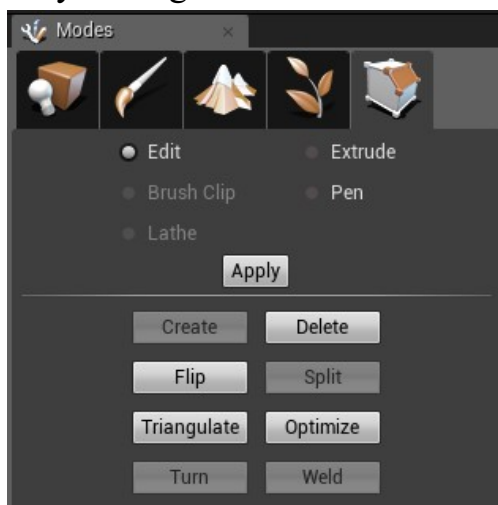


Рис.3.39 Панель “Geometry editing” в UnrealEngine 4

Для примера работы с изменяемой геометрией разберём создание узнаваемого элемента окружения здания главного корпуса.

Первый этап – фотографирование. Проведём осмотр со всех возможных углов этого монумента.



Рис.3.40 Фотографии монумента Томский Политехнический Университет.

Затем проведём замеры элементов.

Ширина и высота основного куба(подложки цвета металлик) составляет 220 см. Ширина элементов зелёного и черного цветов 70 см., расстояние между ними 20см., кубические элементы имеют высоту 70 см., прямоугольные 140см.

Элементы зелёного и чёрного цвета выступают на 10см. от основного куба.

Используя данные замеры, появляется возможность создать разлиновку куба при помощи инструмента “Extrude”. Стоит помнить, что в случае, если необходимо изменить размеры нового элемента, то необходимо переключиться на инструмент “Edit”.

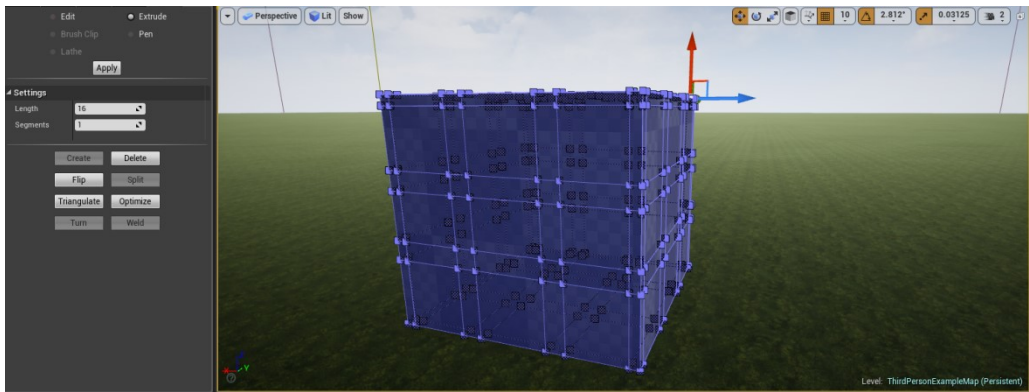


Рис.3.41 Изменённая геометрия при помощи инструмента “Extrude”

Теперь при помощи всё того же инструмента “Extrude” вытянем выступающие элемента на нужное расстояние от основной коробки.

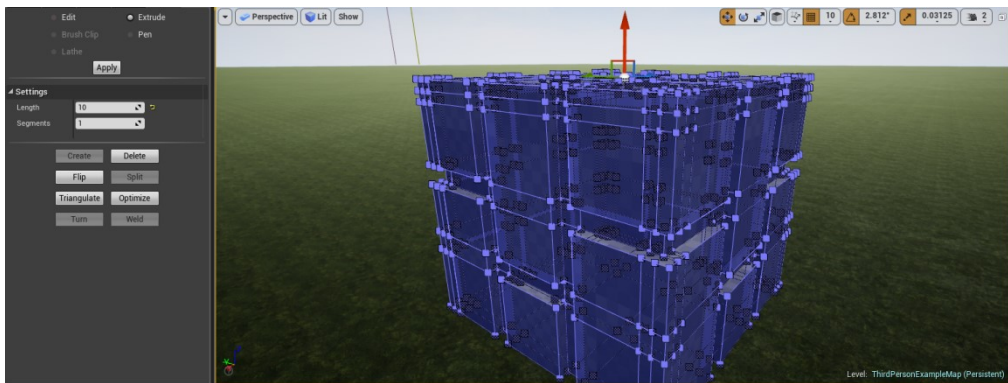


Рис.3.42 Изменённая геометрия при помощи инструмента “Extrude”2

После того, как Вы посчитаете, что работа с геометрией завершена для данного элемента, можно воспользоваться функцией работы с геометрией “Optimize”. Данная функция объединит элементы одной плоскости в общий, что поможет сократить время наложения текстур для объекта.

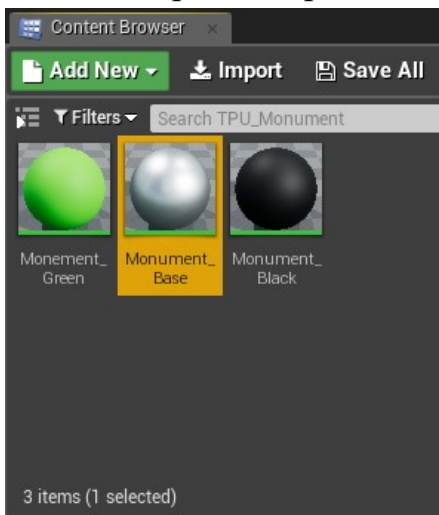


Рис.3.43 Текстуры для монумента Томский политехнический университет.

Затем создадим из таких же кубов постамент и стену с надписью.

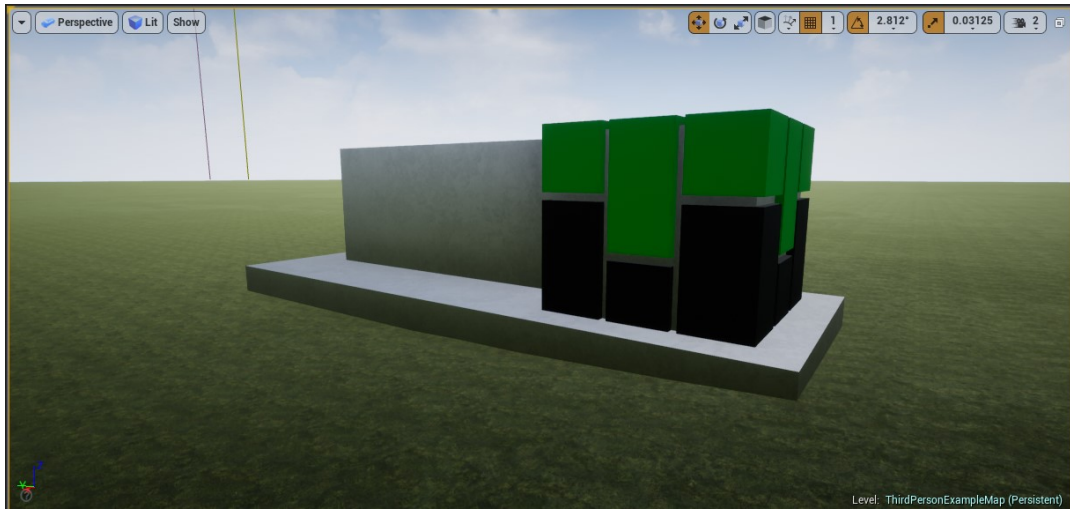


Рис.3.44 Вид на монумент перед главным корпусом с наложенными текстурами

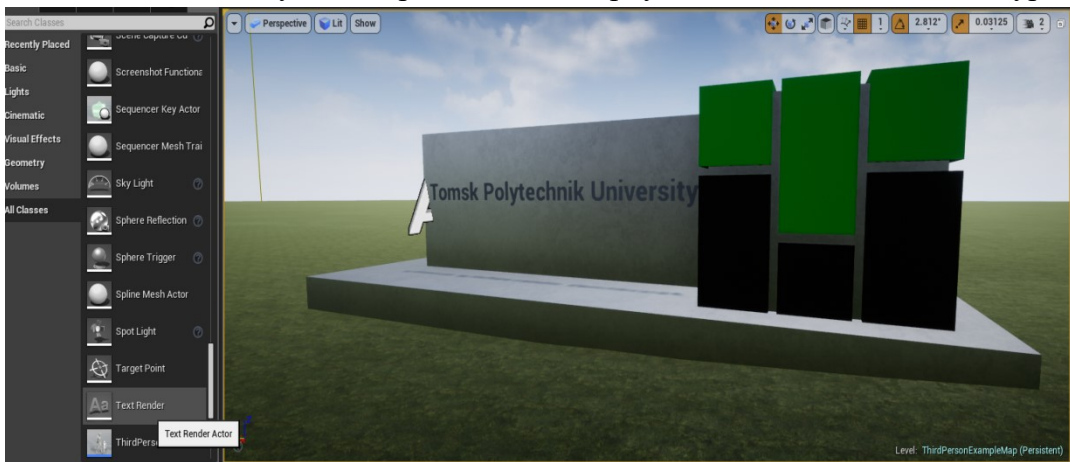


Рис.3.45 Монумент перед главным корпусом с добавленной надписью

Размещение на сцене дополнительных элементов

После размещения на сцене созданных экспонатов, подключим к ним аудио сопровождение, чтобы при приближении включалась запись, в которой хранится описание экспонатов.

Unreal Engine 4 в настоящее время поддерживает импорт несжатых 16-битных звуковых файлов с любой частотой дискретизации (см. таблицу ниже). Для достижения наилучших результатов рекомендуется, использовать частоту дискретизации 44100 Гц или 22050 Гц[6].

Спецификации	PCM, ADPCM, DVI ADPCM
Формат	.WAV
Битрейт	16
Количество каналов	Mono, Stereo, 2.1, 4.1, 5.1 6.1, 7.1

Импорт звукового файла в редактор генерирует ассет **Sound Wave**, который может быть выставлен непосредственно на уровень или может быть использован для создания **Sound Cues** и отредактирован внутри **Sound Cue Editor**.

Импорт звукового файла может быть сделан двумя путями:
Через Content Browser:

В Content Browser, нажимаем кнопку **Import**.

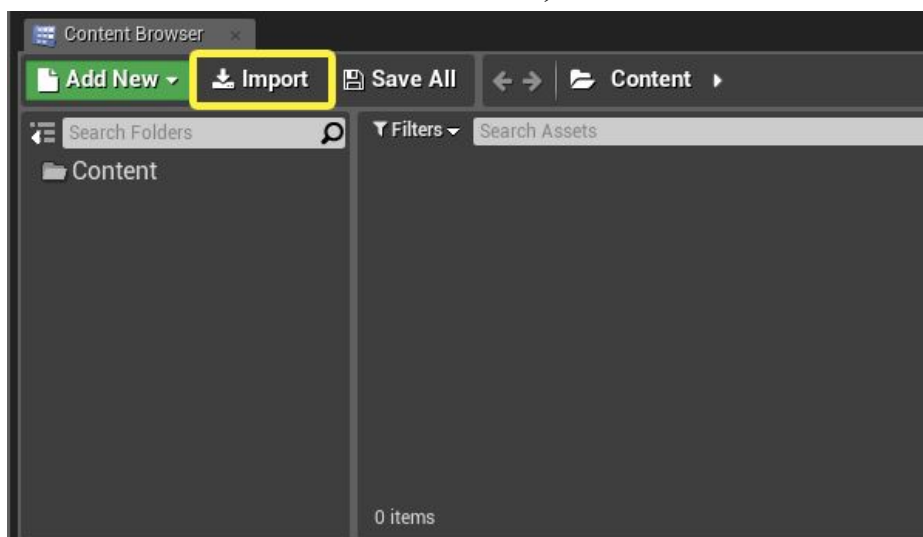


Рис.3.46 Инструмент импортирования объектов в Unreal Engine 4
Выбираем файл **.WAV**, который нужно импортировать.

Или:

Выбираем звуковой файл в окне Проводника Windows и перетащим его в **Content Browser**.

Unreal Engine 4 также поддерживает многоканальные (например, 5.1) звуки и использует специальное именование при импорте файлов для использования нескольких каналов.

После добавления звуковой дорожки в игровую папку, создадим актор и добавим запись к нему в окно viewport.

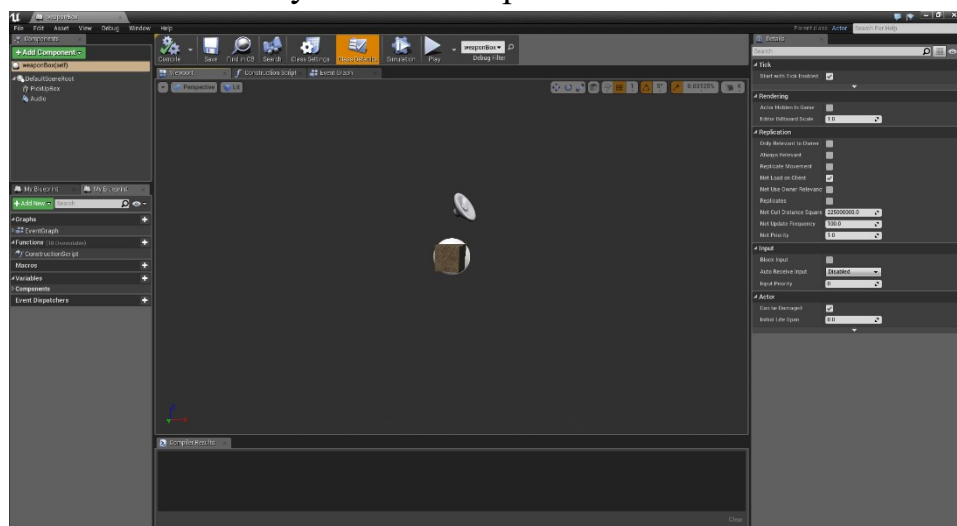


Рис.3.47 Открытый Editor для созданного актора в Unreal Engine 4

После добавления звуковой дорожки, сделаем так, чтобы она проигрывалась только при приближении пользователя к экспонату. Для этого создадим для актора событие **OnComponentBeginOverlap** и **OnComponentEndOverlap**, перетащим звуковую дорожку в окно EventGraph,

создадим для дорожки функции FadeIn, FadeOut и объединим их показанным способом.

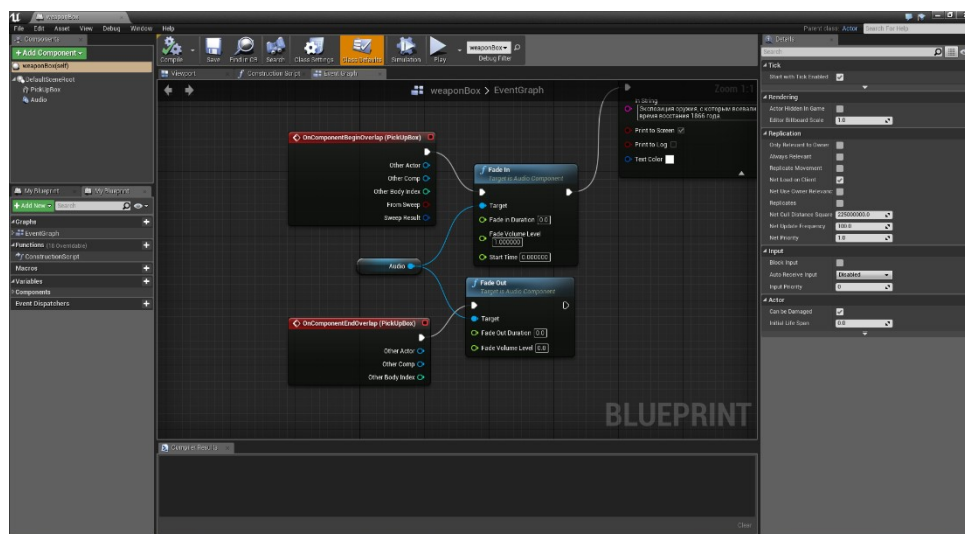


Рис.3.48 Необходимые связи для корректной работы звуковой дорожки в Unreal Engine 4

После проделанных манипуляций, разместим актер в непосредственной близости с описываемым в аудиодорожке экспонатом.

Теперь, при приближении пользователя к экспонату будет проигрываться аудио запись, в которой содержится описание экспоната.

Элементы пользовательского графического интерфейса

Встроенные в движок от компании EpicGames инструменты позволяют создать за короткое время приятный и функциональный пользовательский интерфейс, который предоставит конечному потребителю возможности по настройке графики, элементов управления, и т.д.

Изначально стоит упомянуть, что «виджеты» - это стандартный инструмент, входящий в подкласс графического пользовательского контента внутри UE4. Это настраиваемый «блюпринт», который нацелен на создание элементов интерактивного взаимодействия пользователя и окружающей среды. Создание данного инструмента довольно простое, необходимо в окне обозревателя содержимого проекта, при помощи нажатия правой кнопки мыши добавить «Widget blueprint».

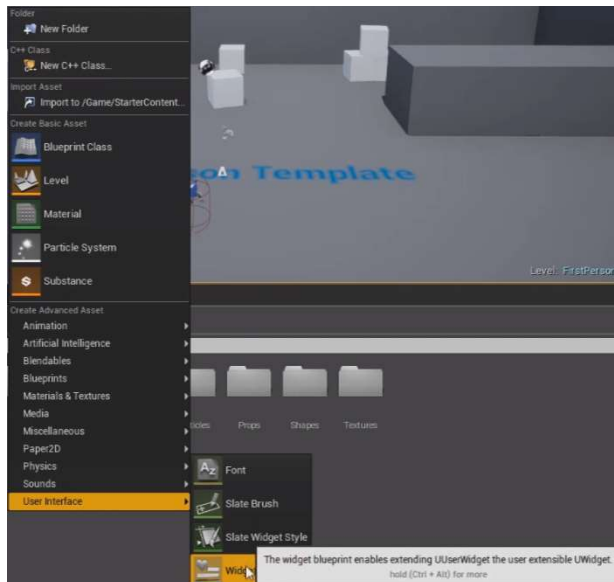


Рис.3.49. Элемент создания пользовательского интерфейса

Само окно редактирование будущего пользовательского интерфейса не сильно отличается от других редакторов, внедрённых в движок, за исключением выделенной зоны просмотра, которая будет видна пользователю при активации.

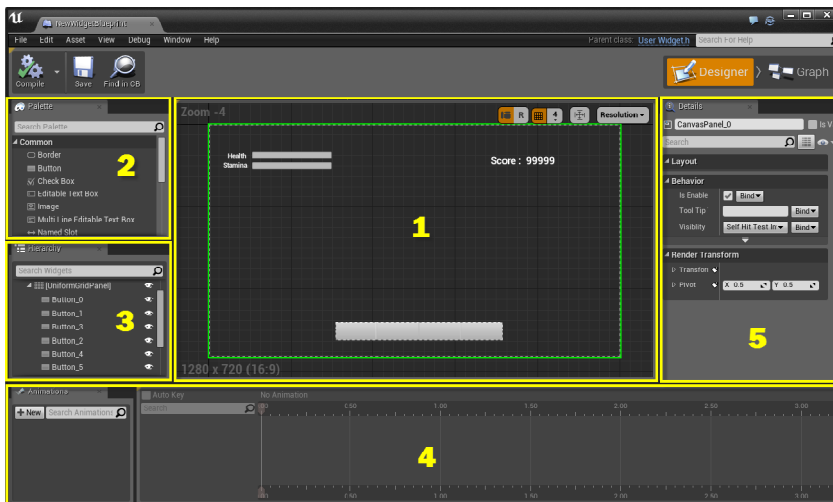


Рис. 3.50. Главное окно редактора виджетов

По умолчанию при редактировании Виджетов будет открыт редактор в режиме Designer(Дизайнер). Данный режим отвечает за создание визуальной составляющей виджета, который в последствии будет отображен на экране пользователя.

Таблица 3.1.
Составляющие окна редактора виджетов

1. Visual Designer	Окно, в котором происходит настройка вашего виджета в графическом режиме.
2. Pallette	Список заготовленных элементов виджета, которые могут быть пересены и установлены в редакторе посредством перетаскивания
3. Hierarchy	Отображает древовидную структуру компонентов вашего виджета
4. Sequencer	Панель для создания анимаций компонентов вашего виджета
5. Details	Отображает настройке выбранного компонента или виджета в целом.

В редактор также встроен набор стандартных элементов управления, таких как разного вида кнопки, текстовые поля, изображения и других, которые могут понадобиться для работы по созданию пользовательского интерфейса. Все эти элементы можно настраивать под конкретные нужды. Виды кнопок описаны в таблице ниже.

Таблица 3.2.
Список групп элементов виджета

Common	Стандартные элементы, которые используются чаще всего. В данную группу входят различные кнопки(Button, CheckBox), не редактируемые текстовые поля(TextBox, Text, Slider).
Input	Элементы, предназначенные для ввода какой-либо информации пользователем. В данную группу входят элемент выпадающего меню(ComboBox), блок для ввода цифрового значения(SpinBox), блок для ввода редактируемого многострочного текста (TextBox).
Panel	Элементы для организации других по определённым правилам, например в табличном виде или друг за другом.
Primitive	Схожий по функционалу с предыдущим, но функции отвечают за анимацию элементов(CircularThrobber, Throbber, Spacer), а также внедрение редактируемых текстовых полей(EditableText, EditableText(MultiLine))

Перед началом разработки собственного меню необходимо создать объект BlueprintClass с параметрами HUD.

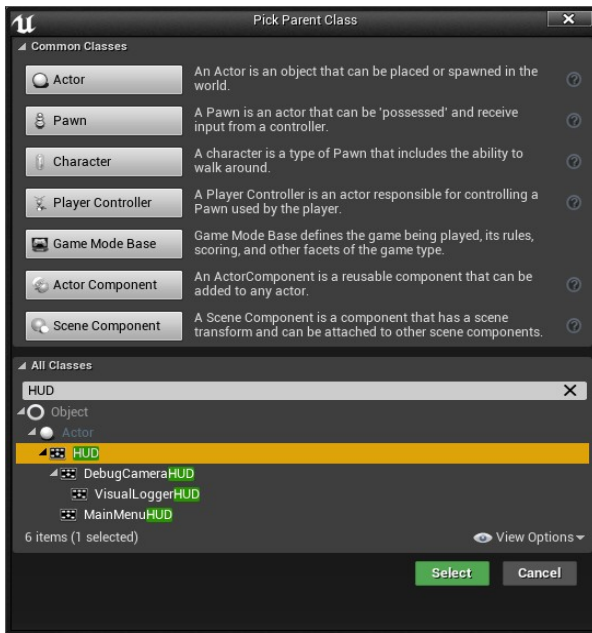


Рис. 3.51. Окно создания HUD-класса

Затем укажем ему логику срабатывания при запуске проекта.

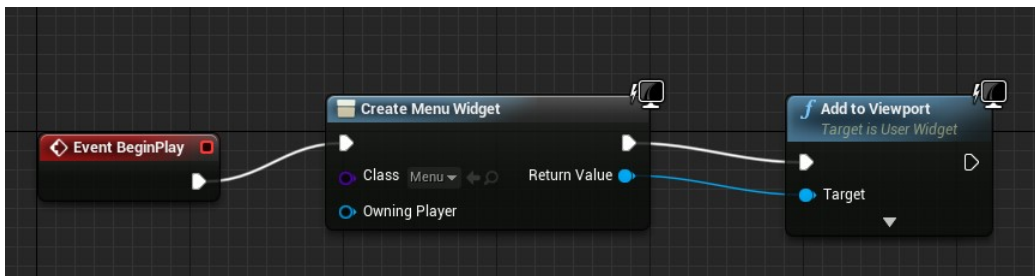


Рис. 3.52. Программируемая логика показа меню при запуске проекта

Стоит помнить, что для отображения создаваемого меню необходимо приказать движку запускаться с него, для этого можно как создать собственную версию компонента GameMode, так и, что намного проще, скопировать уже имеющийся в элемент проекта и назвать его согласно своим нуждам.

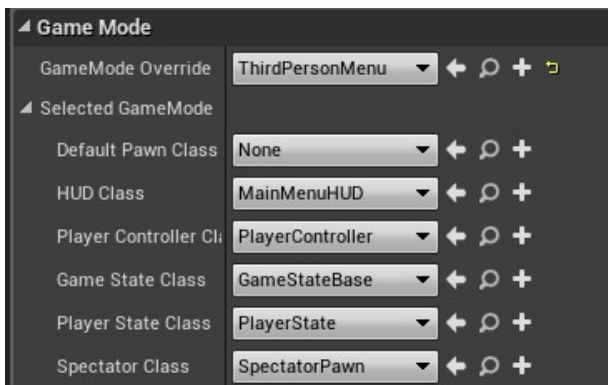


Рис. 3.53. Настройка мировых параметров

После проделанных действий уже можно браться за настройку самого меню и его функционала.

Поместим кнопки внутри компонента Panel - VerticalBox. Данное действие в дальнейшем поможет при настройке видимости отдельных слоёв меню.

После расположения всех кнопок меню в окне виджета, можно приступить к настройке внешнего вида кнопок. Для этого можно воспользоваться как встроенными инструментами стилизации, так и создать оформление в сторонних программах, таких как Adobe Photoshop, Gimp, ScetchBook.



Рис. 3.54. Вид виджета меню после настройки элементов отображения

Для пользователя будет более наглядно, если при наведении курсора на кнопку, её вид будет немного меняться. Например, она может немного поменять оттенок. Для этого, в параметрах стиля у кнопок пропишем свойство оттенок при наведении курсора и при нажатии на кнопку.

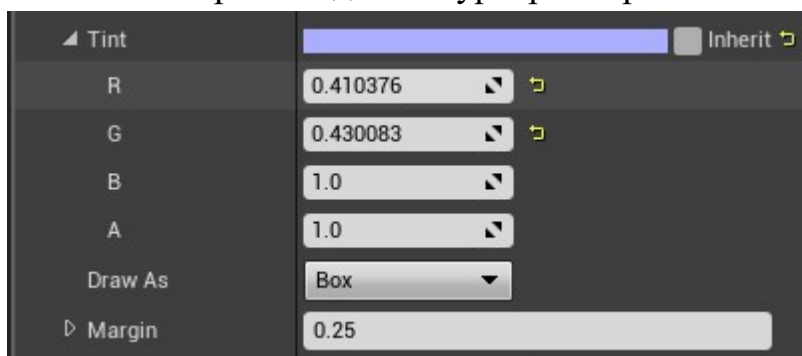


Рис. 3.55. Параметры стиля кнопки, раздел оттенок (“Tint”)

Логика работы меню такова – изначально видны только три основные кнопки, при выборе кнопки «Настройка» открывается экран с кнопками настройка размеров экрана и возвратом к основному меню. При выборе кнопок настройки изменяется размер рабочего экрана.

Для главных кнопок, таких как «Start game», «Options» и «Quit game» функционал довольно простой. Для кнопки старт – это открытие главного уровня проекта, для кнопки выход – это закрытие всего окна проекта.

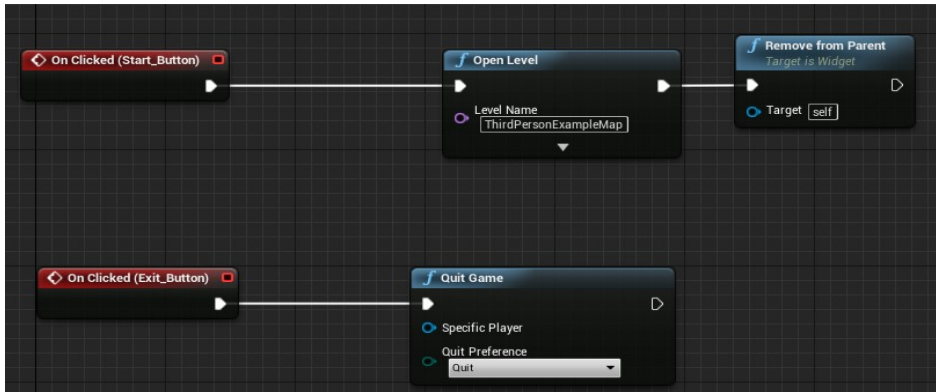


Рис. 3.56. Программная логика срабатывания кнопок «Start game», «Quit game»

Чуть более сложной является логика кнопок настроек и возврата к основному меню. Для них необходимо настроить видимость различных слоёв меню. На данном этапе нам и пригождается ранее созданные панели VerticalBox.

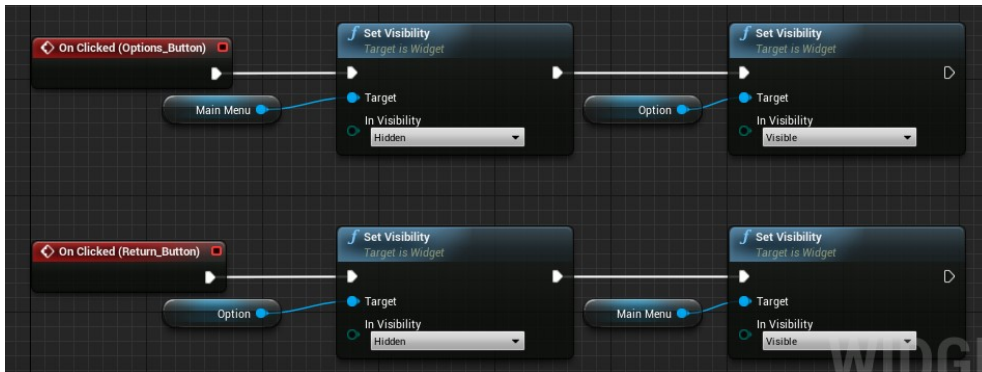


Рис. 3.57. Программная логика срабатывания кнопок «Options», «Main Menu»

Изменение размера рабочего экрана осуществляется при помощи консольной команды «setres x», с заданными параметрами экрана. Подобным образом можно изменять качество графики, текстур, прорисовки и т.д.

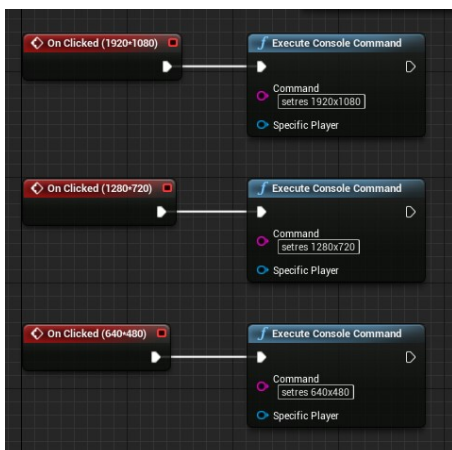


Рис. 3.58. Функционал кнопок изменения размера рабочего экрана

Если запустить проект на данном этапе, при нажатии на кнопку «Start game» какое-то время меню и сам проект будут неактивны. Это связано с подгрузкой элементов при переходе на основную сцену. Для конечного пользователя данная задержка, иногда продолжительная, может выглядеть как «зависание» программы, что может привести к негативному опыту использования. Для избегания подобных сценариев, создадим дополнительный виджет экрана загрузки и установим ему логику срабатывания.

Подобно виджету главного меню, создадим элемент `UserInterface – Widget`, и присвоим ему имя `LoadingScreen`. После этого придадим ему внешний вид экрана загрузки. В данном случае это будет простая надпись «Загрузка», однако можно добавить полосу загрузки и другие анимированные элементы.

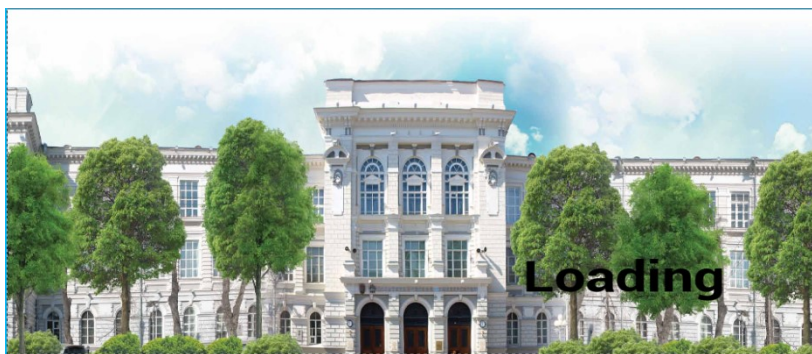


Рис3.59. Внешний вид экрана загрузки

Теперь в ранее созданный функционал кнопки «Start Game» добавим элементы перехода на экран загрузки.

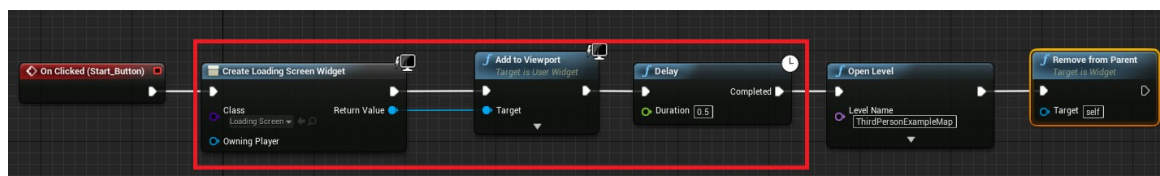


Рис. 3.60. Программная логика запуска экрана загрузки

Последний этап, добавим функцию выхода в главное меню при нажатии кнопки `Escape` (“Esc”). В общих настройках проекта, во вкладке `Engine- Input` добавим срабатывания при нажатии кнопки.

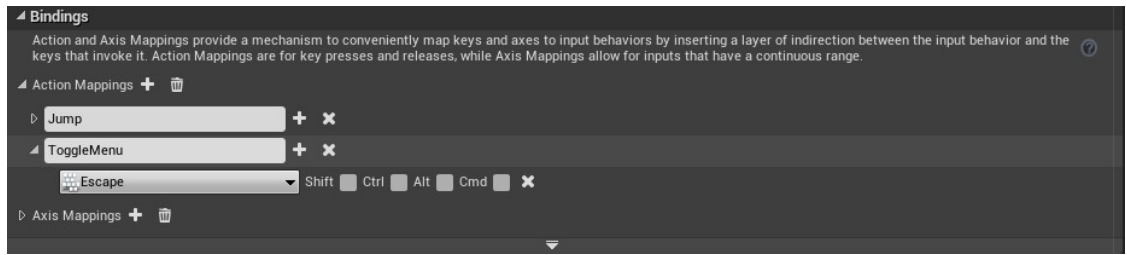


Рис. 3.61. Добавление события при нажатии кнопки

После этого, в Blueprint персонажа добавим функционал, чтобы при нажатии на кнопку происходило переключение экранов.

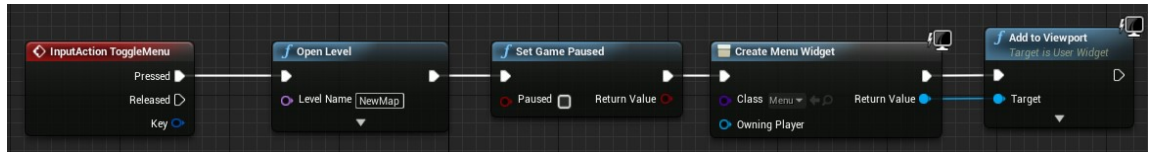


Рис. 3.62. Добавление функционала у персонажа

На этом создание простого пользовательского интерфейса закончено. При запуске проекта будет появляться окно главного меню с элементами настройки разрешения экрана, при переходе между сценами проекта будет показываться экран загрузки.

3.4. Вывод по главе 3

1. Создание архитектурных визуализаций в создаваемом инструментарии позволит значительно сократить время разработки проектов.
2. Описываемые способы разработки отдельных элементов проекта считаются оптимальными.
3. При проектировании архитектурных визуализаций необходимо чётко следовать обозначенному поэтапному плану разработки.

Глава 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В данном разделе рассматривается экономический эффект от проектирования и разработки инструментария для создания архитектурных визуализаций в UnrealEngine4.

Объект исследования – инструментарий для создания архитектурных визуализаций в среде UnrealEngine4.

Цель данного предпроектного анализа – проектирование и создание конкурентоспособной разработки, отвечающей современным требованиям в области ресурсосбережения и ресурсоэффективности.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- Определение возможных альтернатив и проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Планирование научно-исследовательских работ;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

В работе рассматривается инструментарий для создания архитектурных визуализаций в среде проектирования UnrealEngine4. Данная разработка предназначена для сокращения времени разработки архитектурных визуализаций объектов исторического и культурного наследия. Потенциальными пользователями разрабатываемого решения являются студенты, преподаватели, начинающие и профессиональные 3D-проектировщики, целью которых является создание интерактивных экскурсий и презентаций.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определёнными общими признаками.

Сегментирования – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определённый товар (услуга).

Целевым рынком проекта являются независимые самостоятельные дизайнеры и разработчики архитектурных визуализаций. Критерии сегментирования данной работы – профессия в сфере разработки архитектурных визуализаций, потребители, социальная принадлежность, степени образования, научная степень, звание, вид потребителей, класс информационных технологий.

Выделим наиболее значимые для разрабатываемой информационной технологии критерии: класс медицинской информационной технологии и потребители. На основе выявленных данных построим карту сегментирования, она представлена в таблице 4.1.

		Сфера технологий создания архитектурных визуализаций		
		Моделирование архитектурных элементов	Проектирование виртуальной сцены	Разработка программируемых элементов виртуальной экспозиции
Потребители	Независимый разработчик			
	Сотрудник студии-разработчика			
	Сотрудник учреждения, занимающегося разработкой			

Таблица 4.1 Карта сегментирования рынка услуг:

	Инструментарий, предлагаемый «UNIGINE»		Разрабатываемый инструментарий
--	--	--	--------------------------------

В результате построения карты сегментирования выявлено, какие ниши на рынке услуг не заняты конкурентами или где уровень конкуренции низок.

Исходя из полученных данных, было принято решение разработать инструментарий для создания архитектурных визуализаций в UnrealEngine4 основным потребителем которой будут независимые разработчики и сотрудники учреждения, занимающегося разработкой. Однако смоделированные архитектурные элементы также могут быть использованы студиями-разработчиками для экономии времени.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем сравнительный анализ конкурентных технических решений, существующих на рынке: создание архитектурных визуализаций студией «UNIGINE», разрабатываемый инструментарий. Анализируемые данные представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,13	5	5	4	0,65	0,65	0,52
2. Удобство в эксплуатации	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
3. Надежность	0,15	4	5	4	0,6	0,75	0,6
4. Потребность в ресурсах памяти	0,04	5	4	5	0,2	0,16	0,2
5. Безопасность	0,07	5	5	5	0,35	0,35	0,35
6. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	4	3	4	0,32	0,24	0,32
7. Простота эксплуатации	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24
8. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
2. Цена	0,15	5	2	3	0,75	0,3	0,45
3. Срок выхода на рынок	0,01	4	5	5	0,04	0,05	0,05
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,01	5	3	4	0,05	0,03	0,04
5. Послепродажное обслуживание	0,01	5	4	3	0,05	0,04	0,03
6. Финансирование научной разработки	0,04	5	2	2	0,2	0,08	0,08
Итого	1	67	54	56	4,76	3,85	3,93

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле 4.1:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на знаниях о конкурентах, обратим внимание на сильные стороны разрабатываемой информационной технологии:

- Низкая цена.
- Возможно постоянное пополнение и доработка конечным пользователем.
- Длительный срок эксплуатации (практически безграничный срок эксплуатации, в сравнении с годичной лицензией).
- Качество послепродажного обслуживания (поддержка продукта в течение всего срока гарантии).
- Для разработки информационной технологии требовались минимальные вложения.

4.1.3 Технология QuaD

Для анализа разрабатываемого проекта применена технология QuaD. Данная технология позволяет измерить характеристики качества разработки и ее перспективность использования в работе. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины двух групп показателей: качества и потенциала разработки. Каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале. В таблице 4.3 представлена оценочная карта.

Таблица 4.3 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средне взвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
Надежность	0,2	80	100	0,8	0,16
Унифицированность	0,1	90	100	0,9	0,09
Функциональная мощность	0,2	90	100	0,9	0,18
Простота эксплуатации	0,2	75	100	0,75	0,15
Качество интеллектуального интерфейса	0,2	80	100	0,8	0,16
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта по сравнению с существующими системами	0,1	80	100	0,8	0,08

Итого:	1		100		0,82
---------------	----------	--	------------	--	-------------

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле 4.2:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i, \quad (4.2)$$

Где P_{cp} – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

Получаем, что $P_{cp} = 0,82$.

Значение P_{cp} позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Так как $P_{cp} = 0.82$, можно утверждать, что данная разработка является перспективной.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT-анализ является одним из самых распространенных методов анализа и стратегического планирования в менеджменте и маркетинге. Он дает четкое представление о факторах внешней и внутренней среды и указывает, в каких направлениях нужно действовать, используя сильные стороны, чтобы максимизировать возможности и свести к минимуму угрозы и слабые стороны. С помощью этого метода можно обозначить основные проблемы проекта, определить пути решения и перспективу развития.

Объектом для проведения SWOT-анализа является процесс использования инструментария для создания архитектурных визуализаций в среде UnrealEngine4.

Результатом анализа является разработка маркетинговой стратегии или гипотезы для дальнейшей проверки, они представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4 SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Упрощение работы с трёхмерными редакторами и игровым движком.</p> <p>С2. Сокращение времени проектирования и разработки архитектурной визуализации.</p> <p>С3. Анализ пропущенных значений</p> <p>С4. Восстановления пропусков в исходных</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Неквалифицированные пользователи;</p> <p>Сл2. Значительные временные и интеллектуальные затраты на реализацию;</p> <p>Сл3. Текучесть кадров</p> <p>Сл4. Срок выхода на рынок.</p>
--	---	---

	данных С5. Комплексная оценка результатов проектирования архитектурных визуализаций.	
Возможности: В1. Увеличение скорости проектирования архитектурных визуализаций; В2. Исключение ошибок, связанных с человеческим фактором; В3. Расширения функционала информационной технологии; В4. Увеличение масштабов проекта.	1 Точное следование предлагаемым шагам позволит значительно сократить время на разработку и проектирование архитектурной визуализации; 2 Решение проблемы отсутствующих данных; 3 Разрабатываемые интерактивные решения позволят привлечь большее число пользователей.	1 Предоставление консультаций клиентам; 2 При разработке учитывать наиболее времязатратные этапы, сокращение времени должно быть значительным; 3 Привлечение кадров из ТПУ позволит увеличить темпы работы над проектом.
Угрозы: У1. Сбои в работе; У2. Потеря конкурентоспособности; У3. Отказ от технической поддержки проекта после внедрения; У4. Отсутствие спроса на расширение разработки.	1 Сбои в работе можно исключить за счет грамотного выбора разработчика и предоставления лучших инструментов для работы. 2 Анализ ранка подобных технологий для удовлетворения требований клиентов.	1 Исследование новых технологий для расширения способов проектирования и разработки архитектурных визуализаций. 2 Проводить разработку информационной технологии таким образом, чтобы она была гибкой, легко восприимчивой к изменениям.

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований и разработок.

Для выполнения научного исследования сформирована рабочая группа, в состав которой входят студенты и преподаватель – руководитель проекта. По каждому виду запланированных работ установлена соответствующая должность исполнителей, эти данные представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб.	Содержание работ	Должность исполнителя
Формирование темы и цели разработки	1	Продумать идею и записать основные данные	Руководитель, студент
Разработка технического задания	2	Подробное описание идеи	Руководитель, студент
	3	Выявление функциональных блоков	Руководитель, студент
	4	Определения содержания блоков	Руководитель, Студент
	5	Календарное планирование работ	Руководитель
Поиск подходов для решения текущих задач	6	Поиск решения по каждому функциональному блоку	Студент
	7	Реализация найденного решения	Студент
	8	Тестирование	Студент
	9	Отладка: устранение ошибок и повторное тестирование блоков проекта	Студент
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, студент
	11	Определение целесообразности проведения ОКР	Руководитель, студент
Разработка технической документации и проектирование	12	Разработка графического материала по проекту	Студент
	13	Выбор проектируемой технологии	Руководитель, студент
	14	Оценка эффективности информационной технологии	Руководитель, студент
Тестирование информационной технологии конечными пользователями	15	Тестирование конечными пользователями	Студент
	16	Доработка	Студент
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	17	Составление пояснительной записки	Руководитель, студент

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения

ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется формула 4.3:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (4.3)$$

Где

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы человеко-дни;
 $t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), человеко-дни.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%. Продолжительно одной работы определяется по формуле 4.4:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (4.4)$$

где

T_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, человек.

Составим таблицу 4.6 и подсчитаем значения $t_{ожі}$ и T_{pi} для каждой из работ.

Таблица 4.6 – Перечень работ и подсчет показателей

Перечень работ	t min	t max	t ож	Ч	Tpi
Продумать идею и записать основные данные	4	7	5,2	2	2,6
Подробное описание идеи	8	10	8,8	2	4,4
Выявление функциональных блоков	2	4	2,8	2	1,4
Определения содержания блоков	2	6	3,6	2	1,8

Календарное планирование работ	1	4	2,2	1	2,2
Поиск решения по каждому функциональному блоку	7	14	9,8	2	4,9
Реализация решений	60	100	76	2	38
Тестирование	10	14	11,6	1	11,6
Отладка: устранение ошибок и повторное тестирование блоков проекта	7	21	12,6	2	6,3
Оценка эффективности полученных результатов	6	12	8,4	2	4,2
Определение целесообразности проведения ОКР	4	7	5,2	2	2,6
Разработка графического материала по проекту	4	14	8	1	8
Выбор проектируемой технологии	1	5	2,6	2	1,3
Оценка эффективности информационной технологии	4	6	4,8	2	2,4
Тестирование технологии	10	15	12	2	6
Исправление ошибок, доработка	7	14	9,8	1	9,8
Написание пояснительной записки	10	15	12	2	6

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

Составим график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ [1].

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней переведем в календарные дни. Для этого воспользуемся формулой 4.5:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4.5)$$

где

T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле 4.6:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4.6)$$

Где

$T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = 365 / (365 - 125) = 1,5.$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} округлим до целого числа.

Все рассчитанные значения сведены в таблицу 4.7.

Исполнители:

Р - руководитель;

С - студент.

Временные параметры рассчитаны для трех исполнений.

Исполнение 1 – Разрабатываемый инструментарий;

Исполнение 2 – решение на базе «Unigine»;

Исполнение 3 – Решение на базе «Knower».

Таблица 4.7 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы, исполнители	Трудоёмкость работ									Длительность работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож}$, чел-дни								
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Продумать идею и записать основные данные. Р,С	4	4	5	7	7	8	5,2	5,2	6,2	2,6	2,6	3,1	4	4	5
Подробное описание идеи. Р,С	8	8	9	10	10	11	8,8	8,8	9,8	4,4	4,4	4,9	7	7	7
Выявление функциональных блоков. Р,С	2	3	3	4	5	5	2,8	3,8	3,8	1,4	1,9	1,9	2	3	3
Определения содержания блоков. Р, С	2	3	3	6	5	5	3,6	3,8	3,8	1,8	1,9	1,9	3	3	3
Календарное планирование работ. Р	1	2	2	4	7	7	2,2	4	4	2,2	4	4	3	6	6
Поиск решения по каждому функциональному блоку. С	7	6	5	14	10	10	9,8	7,6	7	4,9	3,8	3,5	7	6	5
Реализация найденного решения. С	60	60	62	100	115	120	76	82	85,2	38	41	42,6	57	62	64
Тестирование. С	10	10	10	14	14	14	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	17	17	17

Продолжение таблицы 4.7

Отладка: устранение ошибок и повторное тестирование блоков проекта. С	7	7	6	21	14	16	12,6	9,8	10	6,3	4,9	5	9	7	8
Оценка эффективности полученных результатов. Р,С	6	6	6	12	12	12	8,4	8,4	8,4	4,2	4,2	4,2	6	6	6
Определение целесообразности проведения ОКР. Р,С	4	4	4	7	8	8	5,2	5,6	5,6	2,6	2,8	2,8	4	4	4
Разработка диаграмм по проекту. С	4	4	3	14	11	11	8	6,8	6,2	8	6,8	6,2	12	10	9
Выбор проектируемой технологии. Р,С	1	1	1	5	3	3	2,6	1,8	1,8	1,3	0,9	0,9	2	1	1
Оценка эффективности информационной технологии. Р,С	4	4	4	6	6	7	4,8	4,8	5,2	2,4	2,4	2,6	4	4	4
Тестирование конечными пользователями. С	10	13	14	15	20	23	12	15,8	17,6	6	7,9	8,8	9	12	13
Исправление ошибок, доработка. С	7	8	10	14	15	21	9,8	10,8	14,4	9,8	10,8	14,4	15	16	22
Составление пояснительной записки Р,С	10	10	10	15	14	21	12	11,6	14,4	6	5,8	7,2	9	9	11
Итого:	147	153	157	268	276	302	195,4	202,2	215	113,5	117,7	125,6	170	177	188

По данным расчетам, информационная технология для анализа данных будет разработана:

- в первом исполнении 170 дней
- во втором исполнении 177 дней
- в третьем исполнении 188 дней

Следовательно, можно сделать вывод, что в первом исполнении работы будет выполнена быстрее.

На основе таблицы 4.7 был построен календарный план-график, представленный в таблице 4.8.

График строился для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.8 - Календарный план-график проведения НИОКР

№	Вид работ	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
			декабрь			февраль			март			апрель		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Продумать идею и записать основные данные. P,C	4	■											
2	Подробное описание идеи. P,C	7	■	■										
3	Выявление функциональных блоков. P,C	2		■										
4	Определения содержания блоков. P,C	3		■	■									
5	Календарное планирование работ. P	3			■									
6	Поиск решения по каждому функциональному блоку. C	7				■								
7	Реализация найденного решения. C	57				■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Тестирование. C	17										■	■	■
Итого		100	■ - Студент ■ - Руководитель											

Продолжение таблицы 4.8

№	Вид работ	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ							
			апрель		май			июнь		
			2	3	1	2	3	1	2	
9	Отладка: устранение ошибок и повторное тестирование блоков проекта. С	9	■							
10	Оценка эффективности полученных результатов. Р, С	6		■						
11	Определение целесообразности проведения ОКР. Р,С	4		■						
12	Разработка диаграмм по проекту. С	12			■					
13	Выбор проектируемой технологии. Р,С	2				■				
14	Оценка эффективности информационной технологии. Р,С	4				■				
15	Тестирование конечными пользователями. С	9					■			
16	Исправление ошибок, доработка интерфейса. С	15						■		
17	Составление пояснительной записки Р,С	9							■	■
Итого		70	■ – Студент			■ Руководитель				

4.3. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- расчет амортизации;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по формуле 4.7:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi}, \quad (4.7)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов

Так как работа предполагает непосредственное взаимодействие с персональным компьютером. Для разработки информационной технологии необходимы следующие материальные ресурсы:

- Системный блок
- Принтер
- Клавиатура
- Монитор
- Компьютерная мышь

Расчет материальных затрат представлен в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы, (З _м), руб.			
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Системный блок	шт.	1	1	1	49591	63297	102282	49591	63297	102282	
Принтер		1	1	1	8500	8900	25000	8500	8900	25000	
Монитор		1	2	2	9690	13990	17500	9690	27980	35000	
Клавиатура		1	1	1	1450	1520	1650	1450	1520	1650	
Манипулятор		1	1	1	850	900	890	850	900	890	
Итого:							70081	102597	164822		

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата рассчитывается по формуле 4.8:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p, \quad (4.8)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 4.7);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле 4.9:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (4.9)$$

где

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года. При отпуске в 28 раб. дня $M = 11,08$.

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле 4.10:

$$Z_m = Z_{тс} * (1 + k_{пр} + k_d) * k_p \quad (4.10)$$

где

$Z_{тс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3; (30% от $Z_{тс}$)

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Результаты расчета действительного годового фонда проведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени, дни	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Календарное число дней в году	365	365	365
Количество нерабочих дней			
Выходные	104	104	104
Праздники (фактически по каждому году)	13	13	13
Планируемые потери отпуска	28	28	28
Действительный годовой фонд	220	220	220

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 4.10. При этом затраты на оплату труда студента-дипломника определяются как оклад студента 13952,44, а оклад руководителя проекта составляет 23264,86. Коэффициент К, учитывающий районный коэффициент равный 1,3.

Таблица 4.11 - Затраты на основную заработную плату

	Исполнители	Разряд	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб.	$Z_{он}$, руб.	$T_{р}$, раб.дн	$Z_{осн}$, руб.
Исп. 1	Руководитель	Ст. преп.	23264,86	0,3	0,15	1,3	31605,3	1591,8	28,9	46003,02
	Студент	1	13952,44	0,3	0,15	1,3	18954,4	954,6	111,3	106247
	Итого									152250
Исп. 2	Руководитель	Ст. преп.	23264,86	0,3	0,15	1,3	31605,3	1591,8	30,9	49186,62
	Студент	1	13952,44	0,3	0,15	1,3	18954,4	954,6	113,7	108538
	Итого									157724,6
Исп. 3	Руководитель	Ст. преп.	23264,86	0,3	0,15	1,3	31605,3	1591,8	33,5	53325,3
	Студент	1	13952,44	0,3	0,15	1,3	18954,4	954,6	121,6	116079,4
	Итого									169404,7

4.3.3 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством [1].

Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле 4.11:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн}, \quad (4.11)$$

где $k_{дон}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Примем, что $k_{дон}$ равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 4.12.

Таблица 4.12 - Затраты на дополнительную заработную плату

Исполнители	Основная зарплата(руб.)			Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп}$)	Дополнительная зарплата(руб.)		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3		Исп.1	Исп.2	Исп.3
Руководитель	46003,02	49186,62	53325,3	0,12	5520,362	5902,394	6399,036
Студент	106247	108538	116079,4	0,12	12749,64	13024,56	13929,52
Итого					18270	18926,96	20328,56

4.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы 4.12:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}), \quad (4.12)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году вводится пониженная ставка страховых взносов –27,1%. Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13- Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель проекта	46003,02	49186,62	53325,3	5520,362	5902,394	6399,036
Студент	106247	108538	116079,4	12749,64	13024,56	13929,52
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	27,1%					
Итого						
Исполнение 1	46210,92					
Исполнение 2	47872,58					
Исполнение 3	51417,7					

4.3.5. Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые расходы и т.д. Их величина определяется по формуле 4.13:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (4.13)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов равна 16%.

Исполнение 1: $(70081/7) \cdot 0,16 = 1601,85$

Исполнение 2: $(102597/7) \cdot 0,16 = 2345,1$

Исполнение 3: $(164822/7) \cdot 0,16 = 3767,36$

4.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 4.16.

Таблица 4.16 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	70081	102597	164822	Пункт 4.3.1
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	152250	157724,6	169404,7	Пункт 4.3.2
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	18270	18926,96	20328,56	Пункт 4.3.3
4. Отчисления во внебюджетные фонды	46240,92	47872,58	51417,7	Пункт 4.3.4
5. Накладные расходы	1601,85	2345,1	3767,36	Пункт 4.3.5
6. Бюджет затрат НТИ	288443,8	329466	409740	Сумма 1-5

Вывод: Основываясь на данных, полученных в пунктах 4.3.1 – 4.3.5, был рассчитан бюджет затрат научно-исследовательской работы для трех исполнителей. Наиболее низким по себестоимости оказался проект первого исполнителя, затраты на его полную реализацию составляют 288443,8 рублей.

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Эффективность определяется на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле 4.14:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (4.14)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Расчет:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{288443.8}{409740} = 0,7$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{329466}{409740} = 0,8$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{409740}{409740} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Как видно из результатов, полученных выше, Исполнение 1 имеет наименьший интегральный финансовый показатель, а это значит, что данное исследование обладает наименьшей стоимостью разработки.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по формуле 4.14:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (4.15)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;
 b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки,
устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;
 n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 4.15.

Таблица 4.15 - Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,3	5	4	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	4	2	4
3. Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
5. Надежность	0,25	4	4	4
6. Материалоемкость	0,1	5	4	4
ИТОГО:	1	4,55	3,45	3,85

$$I_{p-исп1} = 5*0,3 + 4*0,2 + 5*0,15 + 4*0,25 + 5*0,1 = 4,55;$$

$$I_{p-исп2} = 4*0,3 + 2*0,2 + 3*0,15 + 4*0,25 + 4*0,1 = 3,45;$$

$$I_{p-исп3} = 4*0,3 + 4*0,2 + 3*0,15 + 4*0,25 + 4*0,1 = 3,85.$$

Исходя из вычислений, показатель ресурсоэффективности Исполнения 1 имеет достаточно высокое значение (по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют сделать вывод о надежности разрабатываемой информационной технологии. НТИ-2 и НТИ-3 уступают НТИ-1 в данном показателе, что свидетельствует о низкой ресурсоэффективности данных исследований в сравнении с Исполнением 1.

Интегральный показатель эффективности **вариантов исполнения разработки** ($I_{исп.i}$) рассчитывается по формуле 4.16.

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad (4.16)$$

$$I_{исп1} = \frac{4,55}{0,7} = 6,5$$

$$I_{исп2} = \frac{3,45}{0,8} = 4,3$$

$$I_{исп3} = \frac{3,85}{1} = 3,85$$

Опираясь на полученные данные, можно сделать вывод, что эффективность исполнения у НТИ-1 выше, чем у других (равно 6,5), на втором месте НТИ-3 (4,3), и самый низкий показатель у НТИ-2 (3,85).

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта (\mathcal{E}_{cp}) рассчитывается по формуле 4.17:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}, \quad (4.17)$$

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{6,5}{4,3} = 1,51$$

$$\mathcal{E}_{cp2} = \frac{4,3}{3,85} = 1,12$$

$$\mathcal{E}_{cp3} = \frac{3,85}{6,5} = 0,59$$

Сравнительная эффективность разработки, представлена в таблице 4.18.

Таблица 4.18 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,7	0,8	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,55	3,45	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	6,5	4,3	3,85
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,51	1,12	0,59

Общий вывод по разделу:

В ходе работы был определен целевой рынок проекта, построена карта сегментирования, выявлены ниши на рынке услуг, незанятые конкурентами или где уровень конкуренции низок.

Произведена оценка качества и перспективности по технологии QuaD, где было выявлено, что данная разработка является перспективной.

Произведен SWOT-анализа, в ходе которого были рассмотрены слабые и сильные стороны разработки инструментария, выявлены возможные перспективы его создания и рассмотрены варианты минимизации влияния угроз, которые могут этому помешать. Для повышения эффективности работы необходимо минимизировать ошибки, контролировать процесс создания и проверять работу информационной технологии в соответствии с поставленными требованиями.

В рамках анализа конкурентных технических решений, определена трудоемкость данного проекта, она равна 170 дням. Это на 7 дней меньше, чем у НТИ-2, и на 18 дней меньше, чем у НТИ-3, что говорит о том, что данный проект будет выполнен быстрее, чем его конкурентные варианты. На основании трудоемкости была построена диаграмма Ганта.

Так же были рассчитаны величины затрат научно-исследовательских работ. В результате проведенных расчетов, бюджет затрат НТИ Исполнения 1 составил 288443,8. Бюджет НТИ Исполнения 2 равен 329466. 3 Исполнения: 409740. Из чего можно сделать вывод о том, что первый вариант исполнения наименее затратный при реализации проекта.

Первое исполнение лидирует и по показателю сравнительной эффективности, оно равно 1,51, в то время как для НТИ-2 этот показатель равен 1,12, а для НТИ-3 - 0,59. С позиций технической и финансовой ресурсоэффективности можно сделать выводы о том, что научно – техническое решение, представленное первым исполнителем, является более предпочтительным.

Глава 5 Социальная ответственность

Введение

Основополагающими элементами в комплексе мероприятий направленных на совершенствование условий труда для работников, является минимизация вероятности воздействия на них поражающих и вредных производственных факторов, а также обеспечение комфортной рабочей среды.

В данном разделе рассматриваются вопросы безопасности жизнедеятельности и охраны труда при работе за ПЭВМ.

Раздел содержит анализ опасных и вредных факторов, возникающих при проектировании архитектурных визуализаций и интерактивных приложений, также решает вопросы безопасности в чрезвычайных ситуациях на основе требований действующих нормативно-технических документов.

Проектирование архитектурных визуализаций является сложным комплексом. Только при достижении определённого уровня знаний и умений можно создавать архитектурную визуализацию. Объектом исследования является компьютерная система для проектирования архитектурной визуализации.

Главной задачей при выполнении диссертационной работы является разработка инструментария для создания архитектурных визуализаций и интерактивных приложений в среде Unreal Engine4, а также проектирование демонстрационной визуализации главного корпуса Томского Политехнического Университета. Выполнение научно-исследовательской работы напрямую связано с работой ПК. То есть место работы – это место оператора ПК.

Научно-технический прогресс внес серьезные изменения в условия производственной деятельности работников умственного труда. Их труд стал более интенсивным, напряженным, требующим значительных затрат умственной, эмоциональной и физической энергии. Это потребовало комплексного решения проблем эргономики, гигиены и организации труда, регламентации режимов труда и отдыха.

В настоящее время компьютерная техника широко применяется во всех областях деятельности человека. Согласно международному стандарту на эргономичность и безопасность дисплеев ТСО'03 при работе с компьютером человек подвергается воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов: электромагнитных полей (диапазон радиочастот: ВЧ, УВЧ и СВЧ), инфракрасного и ионизирующего излучений, шума и вибрации, статического электричества и др.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой операторов, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой ЭВМ. Большое значение имеет рациональная конструкция и расположение элементов рабочего места, что важно для поддержания оптимальной рабочей позы человека-оператора.

5.1 Анализ опасных вредных факторов и возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих во время работы оператора ЭВМ

5.1.1 Уровень шума на рабочем месте

На оператора ЭВМ, при нахождении на рабочем месте, постоянно происходит различные акустические воздействия (шум, ультразвук и инфразвук). Шумы беспорядочно изменяются во времени и вызывают неприятные субъективные ощущения. Шум вредно действует на здоровье и труд людей. Он является общебиологическим раздражителем. В результате воздействия шума снижается производительность труда, растет число ошибок при работе, повышается опасность травмирования.

Шум приводит к снижению внимания, замедляет реакцию человека на поступающие от технических устройств сигналы. Шум способствует увеличению числа всевозможных заболеваний еще и потому, что он угнетающе действует на психику, способствует значительному расходованию нервной энергии. Шум на рабочем месте пользователя ПК создается вентиляционной системой ЭВМ и печатающим устройством. По сути – это колебания, порождаемые в нем различными механическими приводами, многократно усиливаемые всевозможными резонирующими элементами конструкций и передаваемые в воздушной среде пользователям компьютера, в виде различных паразитных шумов.

Основным источником шума на рабочем месте является системный блок компьютера. В настоящее время существуют полностью бесшумные настольные компьютеры, в которых применяется жидкостное охлаждение и электромагнитный насос (без движущихся частей), твердотельные ПЗУ. Однако такие решения не подходят для условий предприятия, поэтому далее будут рассматриваться решения в низком и среднем ценовом диапазоне.

Стоит отметить, что приемлемый уровень шума для каждого человека индивидуален, но в большинстве случаев уровень до 30 дБ на расстоянии 1 м можно считать комфортным.

Основными источниками шума в компьютере являются:

- Вентиляторы:
 - вентилятор блока питания,

- вентилятор процессора,
- вентилятор видео карты,
- фронтальный вентилятор HDD,
- Жесткие диски.

Непосредственно на весь выходной шум системного блока влияет архитектура корпуса системного блока и материал, из которого он сделан. Лучше всего выбирать корпус с возможностью установки 1-2 фронтальных вентиляторов, 1 на задней стенке и 1 вентилятором на верхней крышке (при этом блок питания должен располагаться внизу корпуса). На данный момент на рынке бюджетных решений не так много корпусов с нестандартным расположением БП (то есть снизу). Среди моделей среднего диапазона цен можно выделить Antec Mini P180 (4 000 р.).

Критерии выбора малошумных вентиляторов для корпуса и видеокарты, следующие:

Большой диаметр лопастей (от 80 мм);

Низкое значение силы тока (0.1-0.2 А);

Редкое расположение лопастей;

Гидро-подшипники.

Рисунок 5.1. Корпус Antec Mini P180



Требованиям первых трех критериев удовлетворяет большое количество недорогих вентиляторов (до 300 р.), вентиляторы с гидро-подшипниками обычно стоят на 100-200 рублей дороже.

На данный момент существует большое количество жестких дисков с низким уровнем шума. Как правило, это достигается пониженными оборотами работы. Например, линейка жестких дисков Western Digital Green Caviar работает в диапазон от 24 до 29 дБА.

Также стоит отметить недавно появившиеся твердотельные ПЗУ, у которых отсутствуют механические части, а значит, отсутствует шум при работе. Однако такие решения на данный момент являются дорогими и вряд ли могут быть рекомендованы для работы в корпоративных ПК.

Расчетная часть

Уровень шума, возникающий от нескольких некогерентных источников, работающих одновременно, подсчитывается на основании принципа энергетического суммирования излучений отдельных источников:

$$L_{\Sigma} = 10 \lg \sum_{i=1}^{i=n} 10^{0.1L_i}, \text{ где}$$

L_i — уровень звукового давления i -го источника шума;

n — количество источников шума.

Полученные результаты расчета сравниваются с допустимым значением уровня шума для данного рабочего места. Если результаты расчета выше допустимого значения уровня шума, то необходимы специальные меры по снижению шума, которые были описаны в теоретической части работы.

Для расчетов возьмем типовую (на конец 2017 год) конфигурацию компьютера следующей конфигурацией:

- Корпус — ACCORD P-28B
- Процессор — Intel Pentium G4600, 2/4 ядра/потока, 3,6 ГГц, 3Мбайт L3, LGA1151-v1, OEM
- Кулер для процессора — Cooler Master DP6-9GDSB-PL-GP
- Материнская плата — Socket Intel H110 GIGABYTE GA-H110M-S2H(AMD 770, 2xDDR4 DIMM, 4x SATA 6Gb/s, 2xPCI-E x1, 1xPCI-E x16, SB, 1Гбит Realtek GbE LAN, 4x USB2.0, 2x USB3.0 Micro-ATX) (ret);
- Модуль оперативной памяти — 8ГБ DDR4-2400/2666 Crucial CT8G4DFS824A(ret) (2 шт.);
- Жесткий диск — 1ТБ Seagate "Western Digital WD10EZEX" 7200об./мин., SATA 6Гбит/с (oem);
- Видеокарта — PCI-E NVIDIA GeForce GTX 1050 Ti, 4Gb GDDR5 (ret);
- Привод DVD±RW — 24x8x16xDVD/48x32x48xCD Sony Optiarc "AD-7243S", черный (SATA) (oem);

Из этой конфигурации выделим элементы, которые способны генерировать шума и запишем их уровни звукового давления в таблицу 5.1. Стоит отметить, что используются дБА (акустический децибел, как правило, ниже фактического значения на 10 дБ), а не дБ в силу того, что именно этот параметр дается для аппаратуры. Поскольку не учитывается расстояние от программиста до системного блока, то более низкое значение дБА будет оптимальным для расчётов.

Таблица 5.1

Уровни звукового давления источников шума на рабочем месте

Источник шума	Уровень шума, дБА
Вентилятор блока питания	19
2 вентилятора корпуса	26
Вентилятор процессора	35
Вентилятор видеокарты	25
Жесткий диск	28
CD/DVD-привод	39

Подставив значения уровня звукового давления для каждого вида оборудования в формулу, получим:

$$L_{\Sigma} = 10 \cdot \lg(10^{1,9} + 10^{2,6} + 10^{3,5} + 10^{2,5} + 10^{2,8} + 10^{3,9}) = 39,71 \text{ дБ}$$

Полученное значение не превышает допустимый уровень шума для рабочего места программиста (50 дБ) (ГОСТ 12.1.003-83).

5.1.2 Микроклимат.

Непостоянная температура в помещении может вызвать физический дискомфорт у сотрудников, что негативно повлияет на их производительности труда. При высокой температуре воздуха в помещении кровеносные сосуды поверхности тела расширяются. При понижении температуры окружающего воздуха кровеносные сосуды кожи сужаются.

Повышенная влажность ($\varphi > 85\%$) затрудняет терморегуляцию вследствие снижения испарения пота, а очень низкая влажность ($\varphi < 20\%$) вызывает пересыхание слизистых оболочек дыхательных путей.

Санитарные правила и нормы 2.2.4.548-96 устанавливают определённый микроклимат для всех типов рабочих помещений. Они выполняют обязательную функцию для любой из возможных форм собственности. СанПиН 2.2.4.548-96 обязывает следовать безусловным правилам и требованиям, выполнение которых согласно статье 212 ТК РФ напрямую зависит от работодателя [3]. Невыполнение требований ведёт к ответственности и закрепляется как нарушение трудового законодательства и ущемление прав, работающих [4].

Категории работ и нормы указаны ниже в таблице 5.2. Допустимые нормы представлены в таблице 5.3.

Таким образом, для теплового самочувствия человека важно определенное сочетание температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха. Данные были взяты из СанПиНа 2.2.4.548-96.

Таблица 5.2 –

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 - 24	21 - 25	60 - 40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23 - 25	22 - 26	60 - 40	0,1

Таблица 5.3 –
Допустимые величины показателей микроклимата

Период года	работ по уровню энергозатрат, Вт Категория	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более**
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0	15-75*	0,1	0,1
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0	15-75*	0,1	0,2

Температура воздуха в помещении в диапазоне от 23 до 26 °С. Влажность воздуха – около 40 %. Скорость движения воздуха – 0,1 м/сек. Достигается это за счет использования средств местного кондиционирования воздуха, кроме этого помещение проветривается во время обеденного перерыва. Охлаждение сотрудников не происходит, так как помещение хорошо отапливается.

Параметры микроклимата рассматриваемого помещения соответствуют нормам, следовательно, соблюдаются необходимые для работы условия.

5.1.3 Электромагнитное и ионизирующее излучения

Дисплеи (мониторы) являются основным источником вредного воздействия на здоровье людей, работающих с персональными ЭВМ. В большей степени вредное воздействие оказывают мониторы на основе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ).

Частотный спектр излучения монитора характеризуется наличием рентгеновских, ультрафиолетовых, инфракрасных и других электромагнитных колебаний. Ионизирующее излучение существует в форме рентгеновского излучения внутри электронно-лучевой трубки, создаваясь при столкновении электрона со стеклом экранной поверхности.

Электромагнитные поля, представляют реальную угрозу. Влияние

электромагнитного излучения вызывает изменение обмена веществ на клеточном уровне, нарушение деятельности сердечно-сосудистой и центральной нервной системы, нарушаются биологические процессы в тканях и клетках, также воздействует на органы зрения. Беременным женщинам рекомендуется избегать большого влияния электромагнитных излучений. Электромагнитные излучения повреждают защитное биополе человека и отрицательно сказываются на его здоровье, повышая риск возникновения различного рода заболеваний [2]. Напряженность электрического поля и плотность магнитного потока представлены в таблицах 5.4, 5.5 соответственно:

Таблица 5.4 –
Напряженность электрического поля

Диапазон частот	Напряженность электрического поля
5 Гц — 2 кГц, E1	25 В/м
2 кГц — 400 кГц, E2	2,5 В/м

Таблица 5.5 –
Плотность магнитного потока

Диапазон частот	Плотность магнитного потока
5 Гц — 2 кГц, B1	250 нТл
2 кГц — 400 кГц, B2	25 нТл

Для того, чтобы свести электромагнитное излучение к минимуму, системные блоки необходимо располагать настолько дальше от сотрудника, насколько это возможно, так же применяются жидкокристаллические мониторы, излучение которых намного ниже. Мониторы должны быть расположены так, чтобы излучения поглощались не людьми, то есть в углу или у стены.

Предельно допустим уровнем напряженности электрической и магнитной составляющих является диапазон частот 30 кГц - 300 МГц. Уровень напряженности электрической и магнитной составляющих на рассматриваемом месте находятся на допустимом уровне.

5.1.5 Недостаточная освещенность

Отсутствие или недостаточность естественного освещения, повышенная яркость света, блики (отражение света от блестящих поверхностей), пульсация светового потока (мерцание изображения) оказывают вредное

воздействие на здоровье человека – раздражение зрительных органов, головные боли, утомление.

Местное освещение не рекомендуется. Используется общее освещение. Максимальная освещенность 400 лк, блескость менее 15 ед., пульсация менее 10%.

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк. Допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов. Местное освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана и увеличивать освещенность экрана более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, не должна быть более 200 кд/кв.м.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения монитором и ПЭВМ, при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 - 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

Лампы рекомендуется использовать белого света, холодного белого света, наиболее близкие к естественному свету. Мощность ламп 36-40 Вт, температура 3000-4200 градусов Кельвина, тогда они не дают высокого ультрафиолетового излучения.

Основной поток естественного света должен быть слева. Солнечные лучи и блики не должны попадать в поле зрения работающего с ПЭВМ сотрудника.

Введем определения основных единиц измерения, используемых в расчетах.

Люкс (обозначение: лк, lx) — единица измерения освещённости в системе СИ. Люкс равен освещённости поверхности площадью 1 м² при световом потоке падающего на неё излучения, равном 1 лм.

Люмен (обозначение: лм, lm) — единица измерения светового потока в СИ. Один люмен равен световому потоку, испускаемому точечным изотропным источником, с силой света, равной одной канделе, в телесный угол величиной в один стерадиан (1 лм = 1 кд × ср).

Кандела (обозначение: cd; от лат. *candela* — свеча) — одна из семи основных единиц измерения СИ, равна силе света, испускаемого в заданном направлении источником монохроматического излучения частотой 540·10¹² герц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет (1/683) Вт/ср. (стерадиан).

Выбираем светильники ОД с газоразрядными лампами; тип проводки - закрытая в строительных конструкциях под штукатуркой, провода - АППВ, выключатель нормального исполнения; светильники расположены параллельными рядами. Минимальная освещённость от комбинированного освещения $E_{min.K} = 400$ лк, общее освещение $E_{min.0} = 200$ лк.

Система освещения – комбинированная: общее равномерное плюс местное.

Потребная освещённость при комбинированном освещении газоразрядными лампами от светильников общего освещения $E_{min.K} = 200$ лк, от местного – $E_{M.K} = 150$ лк;

Необходимый коэффициент запаса (по выделяемой пыли) $K_3 = 1,6$;

Наиболее выгодное отношение расстояния между светильниками СВЛ к высоте подвески светильников $h_{CB}: \gamma = L_{CB}/h_{CB} = 1.6$;

$$L_{CB,д} = \gamma \times h_{CB} = 1.6 * 2 = 3.2 \text{ м}; \quad L_{CB,ш} = 1.2 \text{ м};$$

Расстояние между светильниками по ширине примем равным длине светильника плюс 0.05 м.

Расстояние от стены до первого ряда светильников:

$$L_1 = 0,3 \times L_{CB,д} = 0,3 * 3,2 = 0,96 \text{ м}$$

Расстояние между крайними рядами по ширине помещения:

$$L_1 = b - 2 \times L_1 = 8 - 2 * 0.96 = 6.08 \text{ м}$$

Число рядов, которое можно расположить между крайними рядами по ширине помещения:

$$N_{CB,ш} = L_2/L_{CB,ш} - 1 = \frac{6.08}{1.2} - 1 = 4$$

Общее число рядов светильников по ширине:

$$N_{CB,ш.0} = N_{CB,ш} + 2 = 4 + 2 = 6$$

Расстояние между крайними рядами светильников по длине помещения:

$$L_3 = a - 2 \times L_1 = 9 - 2 * 0.96 = 7.08 \text{ м}$$

Число светильников, которое можно расположить между крайними рядами по длине:

$$N_{CB,д} = L_3/L_{CB,д} - 1 = \frac{7.08}{3.2} - 1 = 1$$

Общее число рядов светильников по длине

$$N_{CB,д.0} = N_{CB,д} + 2 = 1 + 2 = 3$$

Общее число рядов светильников, которые необходимо установить по длине и ширине:

$$N_{CB,общ} = N_{CB,ш.0} \times N_{CB,д.0} = 6 * 3 = 18$$

Коэффициенты отражения от стен ($\rho_{СТ}$) и потолков ($\rho_{ПОТ}$) - по окраске стен и потолков:

$$\rho_{СТ} = 56\%, \rho_{ПОТ} = 73\%.$$

Коэффициент Z , учитывающий равномерность освещения в зависимости от типа светильников и отношения $\gamma:z = 1.13$.

Площадь пола освещаемого помещения:

$$S_{П} = a \times b = 9 \times 8 = 72 \text{ кв. м}$$

По длине a и ширине b помещения, и высоте подвески светильников $h_{СВ}$ находим показатель помещения:

$$\varphi = \frac{a \times b}{(a \times b) \times h_{СВ}} = \frac{72}{2,8 \times 17} = 1,5$$

Коэффициент использования светового потока: $\eta_{И} = 0,53$.

Расчётный (потребный) световой поток одной лампы:

$$F_{Л.РАСЧ} = \frac{E_{О.К} \times K_3 \times z \times S_{П}}{N_{СВ.ОБЩ} \times \eta_{И}} = \frac{150 \times 1.6 \times 1.13 \times 72}{(18 \times 0.53)} = 2046$$

По напряжению в сети U_C и световому потоку одной лампы $F_{Л.РАСЧ} = 2046$ лм по справочным таблицам (ГОСТ 2239-70) определяем необходимую мощность электролампы ЛД40-4 $W_{Л} = 40$ Вт. В каждом светильнике имеется лампа ЛД40-4 со световым потоком $F_{Л.ТАБЛ.} = 2340$ лм;

Действительная освещённость:

$$E_{ДЕЙСТВ} = \frac{F_{Л.ТАБЛ.} \times N_{СВ.ОБЩ} \times \eta_{И}}{K_3 \times z \times S_{П}} = \frac{2340 \times 18 \times 0,6}{1,6 \times 1,13 \times 72} = 171,48 \text{лк}$$

В случае недостаточного освещения помещения необходимо разницу между предоставляемым помещением и нормой для конкретного вида помещения должны обеспечить источники света местного освещения.

Определяем величину освещенности, которую должны обеспечить светильники местного освещения:

$$E = E_{МИН.К} - E_{ДЕЙСТВ} = 400 - 171 = 229 \text{лк}$$

5.2. Анализ психофизических факторов

5.2.1 Статические нагрузки и монотонность труда

Состояние монотонности вызывается действительным и кажущимся однообразием выполняемых на работе движений и действий. Под влиянием монотонности человек становится вялым и безучастным к работе.

Длительное пребывание в фиксированной рабочей позе, необходимость ввода с клавиатуры большого количества информации, необходимость быстрого ввода информации, сменный режим работы, отсутствие перерывов,

— все это отрицательно действует на организм человека, приводя к преждевременному утомлению.

Также, выполнение многих операций вынуждает пользователя ПК пребывать в позах, требующих длительного статического напряжения мышц спины, шеи, рук, ног. Это приводит к их утомлению и появлению болезненности, одеревенелости и онемения в мышцах шеи и плечевого пояса, болях в позвоночнике, болезненности и одеревенелости в мышцах рук и ног. Болезненные ощущения в различных группах мышц связаны с тем, что они, постоянно находясь в состоянии сокращения, не расслабляются, вследствие чего в них ухудшается кровообращение.

Причиной болезней пальцев и кистей рук является специфика работы на клавиатуре: пользователи с высокой скоростью повторяют одни и те же движения. Поскольку каждое нажатие на клавишу сопряжено с сокращением мышц, сухожилия непрерывно скользят вдоль костей и соприкасаются с тканями, в результате развиваются воспалительные процессы.

Отмеченные эргономические неудобства вызывают необходимость вынужденной рабочей позы и могут привести к нарушениям в костно-мышечной и периферийной нервной системах.

С целью снижения напряженности труда и уменьшения отрицательного влияния монотонности необходимо проведение следующих мероприятий:

- перерывы в работе;
- изменение содержания и темпа работ, выполняемых в свободном ритме и в ритме, навязываемом программой ПК (чередование редактирования текста и ввода данных);
- введение в режим труда функциональной музыки.

Режимные моменты рабочего дня (гимнастика, перерывы, действие сторонних раздражителей) оказываются эффективными только в том случае, если их характер и местоположение строго учитывают соответствующие «критические моменты» трудового процесса, выявить которые позволяет анализ динамики работоспособности и изучение психофизиологических сдвигов в организме работающих.

Для сохранения здоровья пользователя следует придерживаться некоторых несложных

правил:

- рабочее место должно быть удобным и обеспечивать нормальное функционирование опорно-двигательного аппарата и кровообращения;

- суммарное время работы за ПК в течение рабочего дня не должно превышать 4 часов;
- после каждого часа работы следует делать перерыв, как минимум, на 10-15 минут, во время которого необходимо встать и выполнить ряд упражнений для глаз, поясницы, рук и ног;
- не делать более 10 тысяч нажатий на клавиши в течение часа;
- развить систему мотивации труда и понимание необходимости его результатов;
- создать внешние условия, ослабляющие впечатление однообразия работы (функционального цвета производственного помещения, оборудование комнат психологической разгрузки и т.п.).

5.2.2. Перенапряжение зрения

Работа с монитором – является самым вредным фактором, воздействующим на пользователя. Длительное нахождение перед дисплеем компьютера вредно отражается на зрении человека – повышается раздражимость, снижает его остроту, ухудшается работа головного мозга – у человека могут возникать головные боли и резь в глазах. После четырёх часов работы за компьютером начинаются недомогания. Наименьшую нагрузку на глаза оказывает считывание информации с монитора, чуть больше – ввод информации, а самая сильная утомляемость возникает при работе в диалоговом режиме и занятия (просмотр) компьютерной графикой. Причинами нарушения зрения являются мерцание экрана (возникает при частоте горизонтальной развертки не выше 50-60 Гц), невысокая резкость символов, мелкий текст программ и документов (нормируется отношение ширины знака к высоте) [7], наличие бликов и искажений, проблемы с оптимальным соотношением яркости и контрастности, неправильно выбранная освещенность в помещении. Все это создает серьезные проблемы, приводящие к зрительному дискомфорту и ухудшению зрения у 60-85 % пользователей.

Для предупреждения ухудшения зрения необходимо руководствоваться следующим:

Использовать дисплей с достаточно большим размером экрана и частотой горизонтальной развертки свыше 70 Гц;

Устранить блики с экрана:

- монитор должен иметь матовую одноцветную поверхность;
- не располагать экран, обращенным в сторону окна (допускается размещать монитор перпендикулярно окну);
- пользоваться оконными шторами, занавесками, жалюзи;

- рабочее место не располагать непосредственно под источником верхнего искусственного освещения;
- стена напротив экрана монитора должна быть матовой;

5.2.3. Умственное перенапряжение.

Умственный труд – это работы, связанные с приёмом и переработкой информации, требующие напряжения сенсорного аппарата внимания, памяти, активации процессов мышления [8].

Умственный труд имеет ряд особенностей. Чаще всего он связан с сидячим образом жизни и длительной работой в закрытом помещении. Усиленная работа мозга требует большого притока крови к нему, что в свою очередь связано с повышением тонуса сосудов мозга. Это физиологическое повышение тонуса сосудов при неправильной организации труда может перейти в патологическое, что может привести к стойкому повышению артериального давления.

Как всякая интенсивная работа, умственный труд неизбежно связан с утомлением, которое приводит к тому, что человеку приходится затрачивать на обычный объем работы больше энергии. Несмотря на это, он допускает ошибки, и, наконец, утомление приводит к невозможности продолжать работу. При неумении правильно организовать умственный труд наступает состояние хронического утомления, которое может закончиться истощением нервной системы или развитием сосудистого заболевания.

Для того чтобы избежать негативного воздействия психофизических факторов необходимо сменить ритм трудовой деятельности, устраивать 5-10 минутные перерывы в работе приблизительно через каждый час, а во время перерыва рекомендуется использовать активный отдых. Это позволит снизить утомляемость и поднять работоспособность человека. Учитывая отрицательное влияние монотонной работы на работоспособность работников очень важно использовать с учетом конкретных складывающихся условий все возможные меры предупреждения этого нежелательного явления. Особое значение здесь имеет правильное проектирование содержания трудовых операций, установление и соблюдение рационального режима труда и отдыха.

Для наиболее интенсивной и трудной умственной работы лучше отводить утренние часы. Приступая к работе, необходимо позаботиться о том, чтобы комната, в которой предстоит работать, в достаточной степени вентилировалась. Источник освещения рабочего места должен находиться слева и не быть слишком ярким, чтобы не вызвать утомления глаз. Шум мешает работе, поэтому его по возможности нужно исключить.

5.3 Анализ выявленных опасных факторов

Так как работа сотрудника связана непосредственно с компьютером, следовательно, подвержена воздействию опасных факторов производственной среды. Этими факторами являются:

- механические опасности;
- термические опасности;
- электробезопасность;

Рассмотрим более подробно каждый из указанных выше факторов.

Механические опасности, возникающие при работе с ПК, могут вызвать тяжелые предметы быта, такие как:

- стулья;
- столы;
- системные блоки;
- мониторы;
- мультимедийное оборудование больших габаритов;
- вентиляторы;
- радиаторы отопления.

При работе с описанными выше предметами, необходимо соблюдать простые инструкции:

- не пытаться починить оборудование без соответствующих знаний;
- не переставлять мебель и оборудование без согласования с руководством;
- отключать оборудование перед перемещением на другую позицию.

Термические опасности в офисе могут быть связаны со следующими причинами:

- радиаторы отопления;
- источники бесперебойного питания ПК;
- компьютеры.

Для того чтобы бороться с термическими опасностями нужно соблюдать следующие правила:

- не сливать воду с радиаторов отопления;
- не разбирать любую технику во включенном состоянии;
- осторожно пользоваться приборами быта при разогреве пищи и приготовления напитков с горячей водой.

Электробезопасность является опасным фактором и обычно она связана со следующими источниками:

- **статическое электричество;**

Статическое электричество – это совокупность явлений, связанных с

возникновением, сохранением свободного электрического заряда на поверхности материалов изделий или на изолированных проводниках. Заряды накапливаются на оборудовании и материалах, а сопровождающие электрические разряды могут явиться причиной пожаров и взрывов, нарушения технологических процессов, точности показаний электрических приборов и средств автоматизации.

Допустимые уровни напряженности электростатических полей установлены в ГОСТ 12.1.045-84 «Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля.» Допустимые уровни напряженности полей зависят от времени пребывания на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей равен 60 кВ/м в 1 ч.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности электростатических полей на рабочих местах превышают 60 кВ/м [9].

– **электрический ток;**

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо- и нетокопроводящих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В).

В рассматриваемом рабочем месте, находятся применяемые в работе компьютеры, принтер, которые представляют собой опасность повреждения переменным током. Источники постоянного тока на рабочем месте отсутствуют.

Общие травмы, вызванные действием электрического тока – электрический удар, могут привести к судорогам, остановке дыхания и сердечной деятельности. Местные травмы: металлизация кожи, механические повреждения, ожоги, также очень опасны. (ГОСТ12.1.006-84 «Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»)

Мероприятия защиты при электробезопасности следующие:

- отключать электрооборудование при его ремонте;
- периодически снимать электростатическое напряжение, касаясь пальцами рук, заземленных поверхностей;
- для безопасности во время гроз необходимо удостовериться о наличие молниеотвода, и того факта что все розетки в офисном помещении заземлены.

5.4 Экологическая безопасность

Характер производственной деятельности не предполагает наличие стационарных источников загрязнения окружающей среды. Источников загрязнения атмосферы нет.

При рассмотрении влияния персонального компьютера на атмосферу и гидросферу вредных выбросов не выявлено. Анализ воздействия на литосферу сводится к обычному бытовому мусору и отбросам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя компьютеров, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает определенные меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

Люминесцентные энергосберегающие лампы - качественно новый источник света. Люминесцентная лампа это трубка с электродами, наполненная парами ртути и инертным газом (аргоном), а ее внутренние стенки покрыты люминофором. В отличие от традиционных ламп накаливания спектральный состав видимого излучения люминесцентных энергосберегающих ламп зависит от состава люминофора, в связи с чем последние могут иметь разную цветовую температуру, которая определяет цвет лампы (2700 К - мягкий белый свет, 4200 К - дневной свет, 6400 К - холодный белый свет).

Основной негативный момент при использовании люминесцентных ламп - наличие небольшого количества (40-50мг) ртути. Ртуть герметично изолирована в стеклянной трубке, поэтому с точки зрения токсикологии эксплуатация ламп безопасна. Выделение ядовитого вещества в окружающую среду возможно только в случае технического повреждения. Поэтому лампы требуют особой утилизации. Нельзя выбрасывать энергосберегающие лампы в мусоропровод и уличные контейнеры для сбора ТБО. При повреждении ламп необходимо принять меры безопасности: проветрить помещение, при помощи влажной ветоши собрать осколки и капли ртути в герметичную емкость с крышкой, провести влажную уборку.

Широкомасштабное использование ламп без принятия мер по сбору, хранению, обезвреживанию и утилизации при нарушении целостности, неизбежно приведет к попаданию вредного вещества в атмосферный воздух, почву.

В целях безопасности обращения с ртутьсодержащими отходами, лампы пришедшие в негодность, не повреждая, необходимо утилизировать, пользуясь услугами специализированных организаций. Поврежденные ртутьсодержащие лампы опасны для здоровья.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Стандартно, при разработке архитектурных визуализаций или интерактивных приложений рабочей зоной являются офисные помещений. На таком объекте как офисное помещение могут возникнуть следующие чрезвычайные ситуации (ЧС):

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Пожары.

Пожары – это наиболее часто встречающаяся чрезвычайная ситуация в офисных помещениях. Под пожаром понимается неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей. Огнегасительные средства: вода, песок, пена, газообразные вещества, порошок, инертные газы. Основными причинами такой ЧС как пожар являются повреждения или замыкания электропроводки, оборудование, обрыв проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности в офисе [10].

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала и посетителей в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Источниками возгорания могут быть электронные схемы ЭВМ, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорание горючих материалов.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При постоянном действии эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность.

Для большинства помещений, где размещены ЭВМ, установлена категория пожарной опасности В. Одной из наиболее важных задач пожарной защиты является защита строительных помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования и ценность имеющейся у фирмы документации, а также категорию пожарной опасности, здания, в которых предусмотрено размещение ЭВМ, должны быть 1 или 2 степени огнестойкости.

Причинами возникновения пожара в офисе могут стать:

1. неисправности электропроводки, розеток и выключателей, которые могут привести к короткому замыканию или пробое изоляции;
2. использование поврежденных (неисправных) электроприборов;
3. использование в помещении электронагревательных приборов с открытыми нагревательными элементами;
4. возникновение пожара вследствие попадания в здание молнии;
5. возгорание здания вследствие внешних воздействий;
6. неаккуратное обращение с огнем и несоблюдение мер пожарной безопасности.

Для профилактики пожара необходимо проводить следующие мероприятия:

1. для исключения возникновения пожара по причине неисправного электрооборудования, неисправности в электропроводке, розетках и выключателях необходимо проводить плановый осмотр, вовремя выявлять и своевременно устранять неисправности;
2. необходимые меры для исключения пожара из-за неисправных электроприборов включают в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов, а также не использование неисправных приборов;
3. в целях профилактики пожара предлагается не проводить обогревание помещения электронагревательными приборами с открытыми нагревательными элементами, так как в помещении находятся бумажные документы, справочная литература и т.п., а бумага – легковоспламеняющийся предмет;
4. в целях уменьшения вероятности возникновения пожара вследствие короткого замыкания необходимо, чтобы электропроводка была скрытой;
5. в летний период времени во время грозы возможно попадание молнии и возникновение пожара, во избежание этого необходимо установить на крыше здания молниеотвод;

6. для устранения возможности возгорания из-за курения и неосторожного обращения с огнем необходимо запретить курение в офисном помещении и разрешить его только в строго отведенном для этого месте.

В целях предотвращения пожара необходимо регулярно проводить с сотрудниками противопожарный инструктаж, на котором знакомить работников с правилами противопожарной безопасности, а также обучать их использованию первичных средств пожаротушения.

В случае возникновения пожара необходимо отключить электропитание, вызвать по телефону пожарную команду, эвакуировать людей из помещения согласно плану эвакуации и приступить к ликвидации пожара.

Для тушения пожаров на начальных стадиях можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания или применить огнетушители. В помещениях, где размещены ЭВМ, применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу.

В целях предотвращения возгорания необходимо соблюдать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. Предусмотренные средства пожаротушения (согласно требованиям противопожарной безопасности, СНиП 2.01.02-85) должны находиться в непосредственной доступности для персонала.

5.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Регулирование отношений в сфере охраны труда в Томской области осуществляется Трудовым кодексом Российской Федерации, федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации, содержащими нормы трудового права. Государственное управление охраной труда на территории Томской области осуществляют федеральные органы исполнительной власти, Администрация Томской области.

В соответствии с государственными стандартами и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- Длительность рабочей смены не более 8 часов;
- Установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- Обеденный перерыв не менее 40 минут. Обязательно предусмотрен

предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры. Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

Требования к организации рабочих мест пользователей:

При работе за компьютером, осуществляя 3D моделирование объекта, рабочее место должно быть организовано следующим образом:

- Достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществить все необходимые движения и перемещения.
- Достаточные зрительные, физические и слуховые связи между инженером и машиной.
- Оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места.
- Рабочее кресло должно легко перемещаться и поворачиваться, иметь регулируемое по высоте сиденье, наклон спинки и сиденья, а также оптимальную твёрдость рабочих поверхностей.

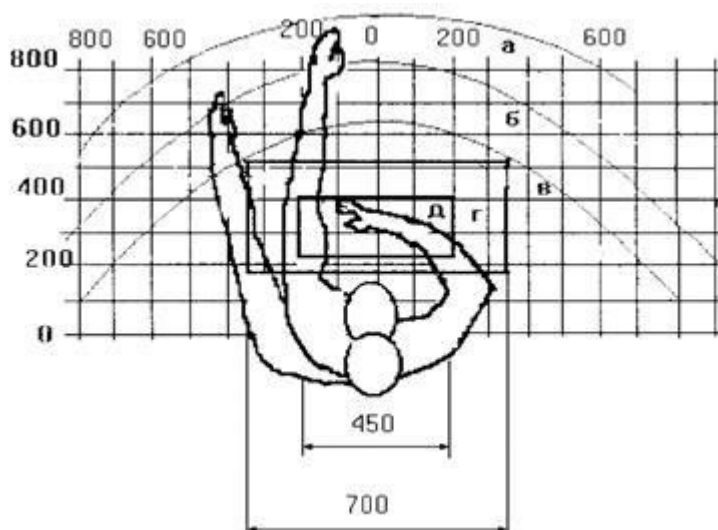


Рисунок 5.3 – Зоны досягаемости рук в горизонтальной плоскости.

а - зона максимальной досягаемости;

б - зона досягаемости пальцев при вытянутой руке;

в - зона легкой досягаемости ладони;

г – оптимальное пространство для грубой ручной работы;

д - оптимальное пространство для тонкой ручной работы.

Экран дисплея должен быть размещен на оптимальном расстоянии от оператора (0,6 - 0,7 м.), при этом плоскость экрана должна быть перпендикулярна линии зрения, что достигается наклоном рабочих панелей, которые должны обеспечивать регулировку угла наклона по горизонтали в пределах 30° и по вертикали 50° . Монитор должен иметь регулировку яркости

и контраста. Рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»;

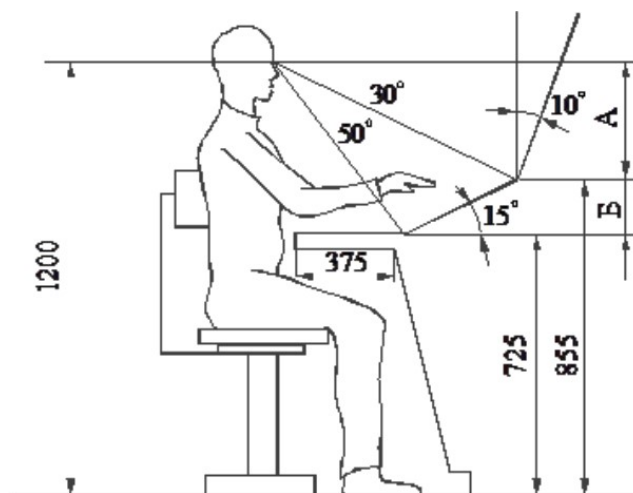


Рисунок 5.4 – Конструкция планировки рабочего места оператора ЭВМ

При ярком внешнем освещении должны применяться специальные антибликовые козырьки. Клавиатура должна располагаться так, чтобы рабочие движения находились в наиболее доступной зоне. Функциональная и буквенно-цифровая части клавиатуры для удобства пользования должны быть разделены, а цвет клавиш должен быть контрастным по отношению к цвету панели.

Конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60 - 120 см. Рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключая онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте. Рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Общий вывод по разделу

В ходе выполнения данного раздела были рассмотрены и описаны аспекты производственной безопасности, аспекты экологической безопасности, меры безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Изложены требования к рабочему месту сотрудника. Созданные условия должны обеспечивать комфортную работу. На основании изученной литературы, были указаны оптимальные параметры микроклимата, уровня шума, а также проведен выбор системы и расчет оптимального освещения производственного помещения. Соблюдение условий, определяющих оптимальную организацию рабочего места сотрудника, позволит сохранить работоспособность в течение всего рабочего дня, что в свою очередь будет способствовать скорейшей разработке информационной технологии.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы разработан инструментарий для создания архитектурных визуализаций на движке Unreal Engine 4.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, поставленная цель и задачи были выполнены и достигнуты.

Для решения поставленных задач была проделана следующая работа:

1. Обоснована необходимость разработки инструментария;
2. Проведён анализ электронных ресурсов по аналогичным тематикам, из результатов которого удалось получить план разработки собственной визуализации;
3. Проведен анализ существующих игровых движков, чтобы выявить наиболее подходящий для решения поставленной задачи;
4. Проведён анализ имеющихся трёхмерных редакторов, с целью выявления подходящих для достижения обозначенных целей;
5. Был проработан дизайн и структура визуализации;

При разработке инструментария были использованы возможности современных технологий трёхмерного моделирования и разработки интерактивных приложений, такие как 3D-редакторы 3Ds MAX, ZBrush, Unreal Engine 4 использовался как основной инструмент для создания интерактивной трехмерной визуализации.

Список литературы

1. terrain.party [Электронный ресурс] URL: terrain.party (дата обращения: 20.01.2015)
2. UEngine.Ru Русскоязычное сообщество Unreal Engine 4 [Электронный ресурс] URL: <https://uengine.ru/> (дата обращения: 20.01.2015)
3. Unreal Engine 4 Documentation | Unreal Engine [Электронный ресурс] URL: <https://docs.unrealengine.com> (дата обращения: 20.01.2015)
4. Unreal Engine 4 для развития своих способностей / Хабрахабр [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/249965/>(дата обращения:05.05.2015)
5. Unreal Engine Technology | Home [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.unrealengine.com/>(дата обращения: 15.02.2016)
6. Unreal Tutorials [Электронный ресурс] URL: <http://unrealtutorials.com/> (дата обращения: 20.01.2015)
7. Virtus Learning Hub [Электронный ресурс] URL: <https://www.youtube.com/channel/UCz-eYJAUgSE-mqzKtit7m9g> (дата обращения: 20.01.2015)
8. Какой игровой движок выбрать: Unity, UDK или CryENGINE? » 3Дпара.ru [Электронный ресурс] URL: <http://3dpara.ru/what-game-engine-to-choose/> (дата обращения: 20.01.2015)
9. Сайт — Википедия [Электронный ресурс]URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%B9%D1%82> - (дата обращения: 10.01.2016).
10. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] / Система нормативных документов в строительстве; ред. ЖурбаВ. С.; Web-разработчик Зайцева Е. П. - Электрон, дан. - М.: Освещение., 2007. URL: http://www.tehbez.ru/Docum/DocumShow_DocumID_312.html/ , - Загл. с экрана.— Яз.рус. (Дата обращения: 28.05.2015 г.)
11. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. (Дата обращения: 28.05.2015 г.)
12. Электромагнитные поля на рабочем месте [Электронный ресурс] / Пособие по безопасности жизнедеятельности; ред. Мухина Е. С.; Web-разработчик Плашкевич Е. О. - Электрон, дан. - М.: Электромагнит., 2004. URL: <http://habrahabr.ru/post/140431/>, -Загл. с экрана.— Яз.рус. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)
13. Производственная и экологическая безопасность: Методические указания по разработке раздела выпускной квалификационной работы для студентов всех форм обучения/[Электронный ресурс] Сост. М.Э.

Гусельников, В.Н. Извеков, Н. В. Крепша, В.Ф. Панин. – Томск.,2010. – 265 с.
(Дата обращения: 27.05.2015 г.)

14. Микроклимат[Электронный ресурс] / Журнал «Охрана труда и техника безопасности» №5; ред. Корниенко К. И.; Разработчик Гнедов Н. А. - Электрон, дан. - М.: БЖД., 2011. URL: <http://www.otb.by/articles/mikroklimat/> - Загл. с экрана. – Яз.рус. (Дата обращения: 26.05.2015 г.)

15. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] / Журнал «Охрана труда и техника безопасности» №6; ред. Корниенко К. И.; Разработчик Гнедов Н. А. - Электрон, дан. - М.: БЖД., 2011. URL: <http://www.vashdom.ru/sanpin/224-218562-96/> - Загл. с экрана. – Яз.рус. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)

16. Монотонность труда [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://kursak.net/monotonnost-truda/>. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)

17. . Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.2/2.4. 1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работ. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)

18. Умственный труд, его физиологические особенности. Меры профилактики умственного утомления [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://fbuz19.ru/about/news/detail.php?ID=736>(Дата обращения: 27.05.2015 г.)

19. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)

20. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) Госкомсанэпиднадзор, 2009. (Дата обращения: 27.05.2015 г.)

Раздел 1

An overview of programs for creating interactive applications

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8КМ61	Ефремов Г.А.		

Консультант кафедры _____ ОИТ _____ :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Е.С. Чердынцев			

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Т.И. Краснова			

Introduction

Any museum is a piece of history, and without knowledge of history it is difficult to imagine and build the future. Unfortunately, in our time there are not enough people, especially teenagers, who would be interested in museums and history.

Visiting such institutions enriches the inner world of a person, enables him to touch history and the past, and also to see many subjects that he will not meet in modern life. Through new technologies, it is possible to attract people to study museums, because it is easier and more convenient to study a virtual museum than to conduct a traditional excursion. The solutions themselves are the study of new software products, the museum itself and the digitization or modeling of exhibits and interior and exterior items.

In today's society, the problem of saving cultural heritage is very significant, since the prospect of the country, as well as families and the younger generation, largely depends on this. And, of course, it is difficult to imagine different activities in the absence of such a condition as information support.

Having carried out the research, it was revealed that the study of the museum with the help of new technologies arouses a keen interest among schoolchildren and students, which means that people will become more interested in the objects of the historical heritage and, consequently, learn more about their own history.

Actuality of the theme: Museums, like other objects of historical heritage, are storage of the experience and values accumulated by mankind. But these accumulations should work. The creation of a virtual visualization or exposure greatly facilitates the involvement of schoolchildren and students in history. These technologies allow them to stimulate their cognitive activity and increase the effectiveness of training through the introduction of interactive and network forms.

Virtual (interactive and network) forms of user interaction with exhibits significantly expand the scope of the traditional museum, and can represent a kind of synthesis combining several variations of the museum, often excluding each other in reality ("museum-exhibition," "museum-workshop," "Museum-theater", "museum - playing space, leisure center", "museum-creative laboratory").

The creation of virtual visualizations will allow to expand the audience of visitors and make historical heritage objects more accessible for study and visiting. Development and design of tools for creating architectural visualizations is a difficult complex and defines a number of tasks.

The first task is to create an architectural visualization as close as possible to the original object.

The second task is to arrange the available elements on the virtual scene in such a way that in reality the visitor could navigate in the visualization object.

The third task is to use available technologies and prepare the accumulated tools for future use by future developers.

Objective: Analysis of existing tools for creating virtual visualizations and creation of architectural visualization of the main building of TPU. To achieve this goal, you must perform the following tasks.

1. To analyze existing complex solutions for the creation of virtual tours and architectural visualizations;

2. To conduct preparation for the creation of architectural visualization of the main building of Tomsk Polytechnic University;

3. Develop architectural visualization of the main building of Tomsk Polytechnic University;

Methodology and methods of research: in this paper, an analysis of information on the issue of architectural visualization in the environment UnrealEngine4.

Using the 3d modeling software, 3d models of architectural elements were built that can be used for the interior and exterior of the visualizations to be created, then the project of the main building of Tomsk Polytechnic University was developed with the help of the software for creating interactive computer applications UnrealEngine4.

The scientific novelty of the study is to select the optimal ways and methods for developing models for creating architectural visualization. A virtual tour is a wonderful adventure in a world of new or recognizable things that will become the starting point to awakening the desire for a real visit to the place of historical heritage by those who visit it.

Chapter 1. Review of available solutions

At the moment, the development of fully virtual designers of museum exposition is rarely used. Basically, a virtual museum is the systematization of exhibits in a database with their description and placement on the Internet of a full list of exposures to attract visitors.

Also, the most common variant of virtual space implementation is the creation of step-by-step panoramic expositions and placement of the received photos on the official site of the institution.

However, Paragraf created the Virtual Home Space Builder (VHSB) product in 1996, designed to create virtual three-dimensional worlds that can be displayed on the Web for everyone to see [3].

With the help of this product (the original Russian name - "Designer of virtual worlds"), you can "build" multi-storey buildings and to your liking to cover the walls with different textures. On the walls, you can "hang" computer images, both static and animated, and connect to them musical accompaniment.

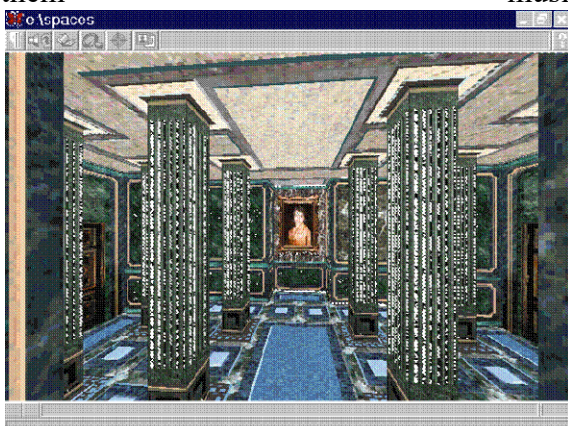


Fig.2. Virtual Museum "Paragraf"

Since the release of this application many years have passed and the technology has made huge strides forward. In his interview to the portal "Greenhouse of Social Technologies", the Deputy Director for Information Technologies of the State Museum of Fine Arts named after A.S. Pushkin Vladimir Spechenelov said that at the moment there are already clear definitions that can be considered a virtual museum, and that can not bear such a name. "Virtual reality is a reality in which we are emotionally immersed by sensations, sounds, video sequences. It is necessary to recognize that virtual museums with full immersion do not yet exist," says Vladimir Speciflenov. However, with the advent of virtual reality technologies and the increasing proliferation and cheapening of development tools in a virtual environment, the creation of a "fully virtual" museum is already becoming possible.

For example, the UnrealEngine engine (from version 4.10) allows you to work and unload the received projects in virtual reality. Of course, at the moment the technology is not yet fully optimized, but working with virtual reality glasses allows the developer to better experience the levels and interiors created by him.



Fig.3. Work on editing the level in the glasses of virtual reality in the engine UnrealEngine

The engine does not set limits on the size of the exposure or the location of objects on the stage, the only limitation is the user's imagination and desire. Of course, before working in this engine, you need to learn its basics and ways to work effectively in it.

As mentioned above, the development of virtual designers is not new, and various industry solutions appear from time to time. However, decisions in the field of modeling of museums over the past few years have developed exclusively as a photo exposure, which cuts off the tremendous capabilities of game engines and 3d modeling technologies in general.

At the moment, the concept of "virtual museum" contains a collection of different kinds of Web pages and all sorts of content. Similar pages contain collections and photographs of exhibits from a variety of art collections. This kind of virtual museum can be done in the version of the catalog (flat). There is another kind when the "guest" is able to make a way through the halls or rooms and admire the exhibit from all sides (three-dimensional). "Guest" of such a museum can independently choose any object you like, see it. And also if you want to save yourself on the computer. To date, this is a great way to solve the problem of combining the latest technology and culture.

The solution in the field of 3D modeling has huge advantages. The main advantages of this work can be called its practicality, comparative simplicity in development and the further possibility of improvement. Of course, to further improve the basic program, you need baggage of knowledge and skills, it is for this purpose that the plans for the master's work will include developing a guide for working in 3D editors, the UnrealEngine engine and explaining the mechanisms of work.

We can say that the development of tools for creating virtual spaces, and more specifically museums, should choose programs that are most convenient, easy to learn and (if commercial use is not planned) provide maximum opportunities for free. On the Internet there are many articles in which this or that game engine is touted, or one program is praised for 3d modeling, while others are degraded. In this paper, I made an attempt to objectively consider the pros and cons of these programs at the moment and justify their choice of tools. Also, the analysis carried out with a list of pros and cons of these programs will help the future user to choose the most suitable option for the toolkit.

1.2. Conclusion of chapter 1

Three-dimensional graphics — this is a scientific field in which it is possible to constantly develop skills and improve knowledge. Therefore, listing the differences in the tools and ways to implement the user-supplied tasks that are offered by each three-dimensional editor — the task is voluminous. However, each of them has its own specific set of tools and tools that determines the scope of each 3D editor.

3DsMax is the ideal tool for architectural visualization. The main advantages are compatibility with many applications from Autodesk, for example ArhiCad, AutoCad. Also, for the developer is available an extensive library of architectural materials, and flexible visualizer settings.

Maya is an ideal tool for film industry employees and creators of graphic content. In contrast to 3DsMax, which is more designed for “techies”, as well as people with experience. The tool set of this editor is suitable for beginners, and it is very close to creative people and artists.

Cinema 4D and VuxStream — this is the best option for acquaintance with three-dimensional modeling. Creating your own worlds in Vue should be liked by anyone. Blender is the ideal solution for budget savings. The combination of convenient tools and free distribution make this three-dimensional editor an ideal choice for non-commercial projects. Also, for those who would like to save money in the development should be interesting and Sculptris. Unfortunately, due to the currently frozen state and the lack of updates, it can only be used as an auxiliary tool for three-dimensional modeling.

For those who want to learn more about the possibilities of three-dimensional modeling, there is no better solution than ZBrush.

For the purposes of our project, the programs 3ds Max and ZBrush were chosen. 3ds Max — because of the obvious advantages in creating architectural visualization, as well as a huge library of models, and ZBrush — for the convenience of creating architectural elements, such as various stucco moldings, moldings, rosettes, etc.

Further, in the chapter were considered some modern game engines. As a result of the analysis, it was concluded that the choice depends on the specific case and the project. Based on the above data, you can also make a choice based on your budget and the skills of the designer.

It is not necessary to count on that in work all existing software for development of interactive applications were considered. There are a lot of these programs, but they are either not needed, or were used for a limited number of projects. There are resources with the description of software solutions for creating games on mobile platforms, but their functionality is not very different, and their number cannot be analyzed. The engines described in the chapter mostly offer the transfer of projects to mobile platforms, as well as some of them allow you to develop projects in virtual reality.

Nowadays, there are several levels of games and applications, and for each level there is a solution for the engines. Large firms in the development of interactive computer applications and video games can afford to develop their own game engines, these programs are used exclusively within the company or only in products from a certain studio. Perhaps this solution loses something to freely distributed game engines, but this is a justified solution for studios that have chosen to spend time and money to develop their own engine.

In the low price segment, at the junction of small and medium budgets, Unity is used. This solution is for companies that are cheaper to purchase this solution than to create something of their own. But Unity is increasingly acquiring additional functions that make it pretending to be AAA-class projects.

However, at the moment, for the development of independent game designers and modelers, it has become possible to use game engines aimed at applications of the AAA-class with minimal expenses for its use. Such engines as CryEngine and UnrealEngine provide huge resources and freely available tools that facilitate the creation of visually attractive and well-executed projects.

To accomplish the task, UnrealEngine 4 was chosen. This software package has great advantages over competitors in terms of creating programmable interactive elements and a visual component of projects.

Chapter 2. Software tools.

Based on the requirements for a computer system for developing and designing models for architectural visualization, as well as scenes of architectural visualization performed in Unreal Engine4, we will select the hardware components that are suitable for development.

Table 2.1.

Technical requirements for the selected software toolkit

Program	Processor	RAM memory	Graphic videocard
3DsMAX	Dual-core processor with frequency of 2,4GHz	> 4 GB (Preferably two-channel)	More than 512Mb GRAM, with support OpenGL and DirectX10
ZBrush	Dual-core processor with frequency of 2,5GHz	> 6GB	More than 1Gb GRAM, with support of OpenGL and DirectX10 or higher
UnrealEngine4	Quad-core processor with frequency of 2,5GHz	> 8GB	More than 1Gb GRAM, with support of OpenGL and DirectX10 or higher

2.1.1 Software components for creating a virtual environment

To work on the creation of virtual exposures and spaces, you should choose the existing software, united under the name "game engine".

The game engine is the central software component of computer games and video games or other interactive applications with graphics that are processed in real time. It provides core technologies, simplifies development, and often enables the project to run on multiple platforms, such as gaming consoles and desktop operating systems.

To create a virtual environment in this project uses the Unreal Engine - a game engine, developed and supported by Epic Games [5].

The first product, created on this engine - Unreal - appeared in 1998. Since then, various versions of the engine have been used in more than a hundred games and other projects.

Written in C ++, the engine allows you to create projects for most operating systems and platforms: Windows, Linux, MacOS and MacOSX, consoles, etc., as well as on various portable mobile devices, for example, devices Apple (iPad, iPhone), managed by iOS and others.

Object hierarchy

All the elements of the game engine are represented as objects having a set of characteristics, and a class that determines the available characteristics. In turn, any class is a "child" class object. Among the main classes and objects we can distinguish the following:

The actor is a parent class containing all objects that are relevant to the game process and have spatial coordinates.

Pawn (pawn) - the physical model of a player or object controlled by artificial intelligence. The name comes from the English. pawn is the one manipulated (or pawn, so such an object looks like a pawn without any model). The control method is described by a special object, such an object is called a controller. The artificial intelligence controller only describes the general behavior of the pawn during the game process, and parameters such as "health" (the amount of damage after which the pawn ceases to function) or, for example, the distance at which the pawn pays attention to sounds. are set for each object separately.

World, level (world, game level) - an object that characterizes the general properties of "space", for example, the force of gravity and the fog in which all the actors are located. It can also contain parameters of the game process, such as the game mode for which the level is intended.

To work with simple and, as a rule, fixed elements of the game space (for example, walls), a binary partition of space is used - all space is divided into "filled" and "empty". In the "empty" part of the space are all the objects, and also only in it can be the "point of observation" when the scene is drawn. The possibility of full or partial placement of objects in a "filled" part of the space is not excluded, but it can lead to incorrect processing of such objects (for example, calculation of physical interaction) or incorrect rendering in case of placing "observation points" (for example, the "mirror room" effect). All pawns that fall into the "filled" part of space, immediately "die."

Zoning.

The camera does not get any portal (dotted line) of the red zone, so the objects in it are not processed at all.

The surface is the basic element of the binary tree of space. These elements are created on the verge of intersection between the "filled" and "empty" parts of space. A group of elements of a binary tree of a space is called a node (node, Russian node). This term, as a rule, is used in the context of node count - the number of nodes on the screen or in the game space in general. The number of nodes simultaneously visible on the screen affects the performance when the scene is drawn. If a node does not hit the screen or is covered entirely by other nodes, it is not calculated - this serves to improve performance, especially in confined spaces. Partitioning the entire space into groups of nodes is called zoning.

The description of "filled" and "empty" parts of space is performed with the help of a set of closed three-dimensional objects made up of non-intersecting surfaces - brush (brush, Russian brush). This principle of constructing a space is called constructive continuous geometry. Geometry can be "additive" (the whole space is initially "empty") and "subtractive" (initially filled with matter space).

Brushes are divided into three types:

Solid - fully participate in the binary partition of space.

Additive - fill the binary space.

Subtractive ("subtractive") - "cut out" volumes in space.

Semi-solid - do not directly affect on the binary tree of space, but they affect its physical model. Can only "fill" the space. They serve to create "invisible" obstacles, as well as reduce the number of polygons and nodes [3].

Empty (non-solid) - only create surfaces that do not affect the binary tree of space. Used primarily to create volumes - a part of the space that has properties that are different from the properties of the game world. Volumes have priority, volume properties with a higher priority are applied to the actors in it. The game world always has a minimum priority. With the help of volumes, you can change gravity, viscosity, fog and the like. The volumes, starting with the version of the engine UnrealEngine 2, are used to create water (but not the water surface).

Programming and Logic

In the engine, you can write game logic in C ++, as well as using a visual programming system - Blueprint.

Blueprints are a visual scripting language that allows you to write logic without using programming languages. No matter how complex or simple the blinkers seem, they remain a powerful tool on which you can create almost anything, from a simple character or opening a door to procedural level generation.

As a result, this system taught me not only to work with it, but also very well let know that it is necessary to build the logic competently, optimistically and deliberately, and how to do it. I also developed logic very well in the construction of algorithms.

Thus, beginners igrodelov, programmers, or just people who are interested in doing something of their own, can easily learn not only work with the Blueprints, but also learn many new things, not to mention the development of logic.

Materials:

Here the work is the same, but there are no logical sequences, only mathematics.

With the help of mathematical operators and textures, materials are created that will later be superimposed on an object in your scene. From the very beginning, it may not be clear, and why all this is needed at all, however, strange as it may seem, this system is very useful for creating necessary or even generated materials.

Lighting

In order to make the scene look attractive, you may need to work properly with lighting. Unreal Engine 4 provides a wide range of tools for working with light. From simple light sources, which are the basis for creating lighting on the stage, to the calculation of static light and shadows, so you can get the highest quality of illumination of your card or level.

Lighting sources

Lighting on the stage is created by placing light sources in it wherever light is needed. Thanks to these sources, UE4 understands which areas to brighten and which ones to darken. And also, depending on the sources, determine what quality of lighting should be, what it should be, what type of shadows to use and so on.

Types of light sources

In Unreal Engine 4 there are four types of light sources:

Directional, mainly used for street light, going from afar, for example, the sun.

Point (Point light source) is an ordinary "light bulb". Emits light in all directions from one point.

Spot also emits light from one point, but in one direction, like a flashlight.

Sky (Sky) light source takes the background of your scene and applies it as general lighting for meshes at your level. Sometimes called Ambient lighting.

Working with Content

Not all content that is used when creating a scene must be created in the editor. Most visual assets will be created from the outside, using tools such as 3ds Max, Maya, Photoshop, ZBrush and others. Below is a fairly general separation of the assets that will be created in the editor and those that will be created from the outside.

Content Browser - the panel where all materials and models (content) of your project are stored, where you can import new ones, organize, view, open and modify existing ones. Also, Content Browser allows you to distribute content to folders in order to work with it conveniently in the process of creating a project. It also allows you to copy or move Assets between folders.

Textures [1]

Textures are images that are used in materials. They are displayed on the surface where the Material is applied. Also, the textures are applied directly - for example, as the Base Color textures - or the pixel values of the texture (or texels), which are used as a material mask or for other shader calculations. In some cases, textures are not used in materials, but are displayed on the user interface. For the most part, textures are created in external image editing programs, such as Photoshop, and then imported into the Unreal Editor through the Content Browser. However, some textures are created in Unreal, for example Render Textures. They usually contain some scene information, render to Texture, which will be used elsewhere.

One material can use several textures for different purposes. For example, a simple material can have textures with a base color (Base Color), a specular map and a Normal map. In addition, there may be a texture of the glow (Emissive) and a roughness (Roughness) of the surface; they are usually stored in alpha channels of other textures.

2.1.2 Software components for creating architectural elements

In our age of rapid development of information and multimedia technologies, each person already has a fully formed notion of such concepts as 3D image, 3D-graphics, 3D modeling. For someone, these words are limited to the entertainment industry. All this, first of all, is facilitated by an incredible breakthrough of the modern film industry in creating realistic 3D special effects, which we can all observe in the favorite movies on TV screens, in cinemas and on the Internet.

However, the sphere of cinema is not the only area of application of realistic 3D graphics. Such areas of life as architecture and design are directly associated with the world of 3D. Virtual

3D worlds are so amazing with their realism and credibility that they win the hearts of people of all ages and social categories.

It should be noted that at present there are many 3D modeling software packages, such as Maya, 3D Studio Max, ZBrush, Blender and many others. To create architectural decorative elements in the created project, the programs ZBrush and 3DSMax are used.

Before proceeding directly to the description of the data of editors, it is necessary to remember that the creation of full-fledged three-dimensional objects (regardless of the choice of the software product) is performed by a general algorithm.

It includes such stages as:

- Creation of a geometric model;
- adjustment of lighting parameters;
- work with materials.

ZBrush - a program for 3D modeling, created by Pixologic [2]. A distinctive feature of this software is an imitation of the process of "sculpting" a three-dimensional sculpture reinforced with a 3D rendering engine in real time, which greatly simplifies the procedure for creating the required three-dimensional object. Each point (called pixol) contains information not only about its XY coordinates and color values, but also the depth of Z, orientation and material. This means that it is possible not only to "sculpt" a three-dimensional object, but also "paint" it, drawing with strokes with depth. That is, you do not have to draw shadows and glare, so they look natural - ZBrush does it automatically. Also works quickly with standard 3d objects, using brushes to modify the geometry of materials and textures. Allows to achieve interactivity with a large number of polygons. Using special methods, you can raise the detail to dozens (and even hundreds) of millions of polygons. There are also many plug-ins (working with textures, geometry, lots of new brushes, fast integration with professional 2D graphics packages and much more). ZBrush 4R7 is the last in the 4 line of ZBrush, then 5 series will follow. As in previous releases, Pixologic did not just make small changes, but implemented quite large innovations. In fact, 4R7 is one of the most extensive releases of the 4 line.

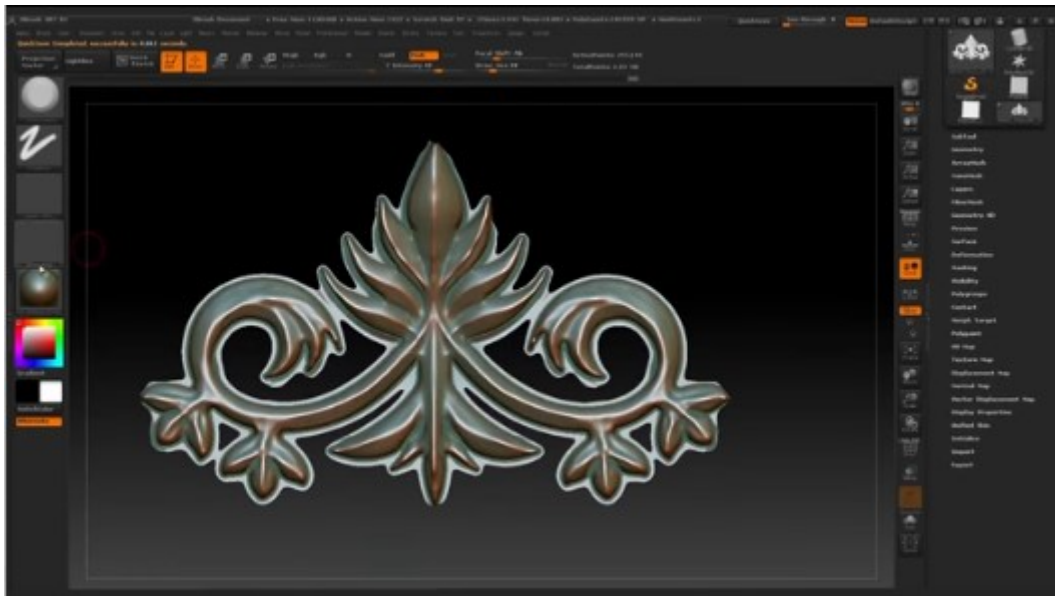


Fig.2.8. Interior decoration element, made in the ZBrush

3D Studio Max is a software package developed by Autodesk for full-fledged work with 3D graphics, contains a powerful toolkit suitable for working not only with 3D modeling, but also for creating animations. The standard package also includes a visualization subsystem that allows you to achieve fairly realistic visualizations. To achieve more photorealistic renderers, it is possible to use more powerful visualizers designed specifically for 3D Studio Max.

3DSMax allows you to successfully implement all the standard stages of developing and creating a three-dimensional model, even for a little experienced or very inexperienced user. This opportunity has appeared thanks to an intuitive, user-friendly interface, an extensive library of

ready-made models and materials. Also, the wide distribution of this product in the territory of the former Soviet Union - and as a result, free access to a huge amount of interesting and useful information - also played a significant role.

Also, thanks to the intuitive interface of the program, the beginner can easily work with splines (spline-based modeling). It would seem incredibly convenient to work with commands for polygonal modeling, as well as tools for creating Bézier surfaces. The ability to edit mesh surfaces at different levels (be it vertices, segments, etc.) makes it easier to work with complex surfaces and allows you to achieve maximum visibility in their presentation. A large number of modifiers with easily adjustable parameters for working with the geometry of the model will help to realize the most daring ideas.

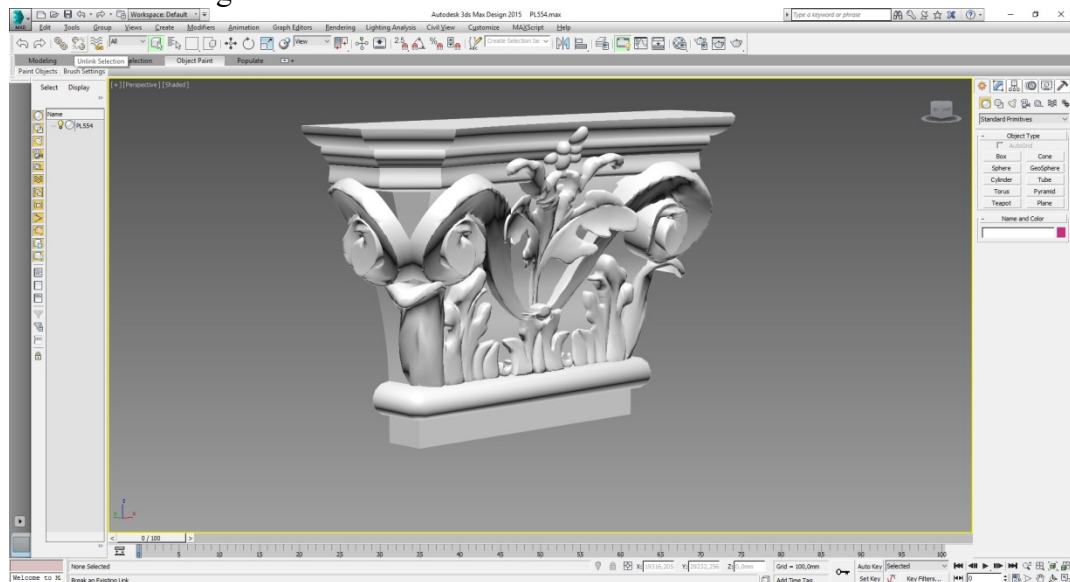


Fig.2.9. Interior decoration element made in 3DSMax

When working in these editors, elements of internal and external decor were digitized for further integration into the engine.

2.2 General conclusion of the chapter

Based on the tools described above, we determine that the virtual exposure or visualization in this case will be developed taking into account the capabilities of the selected software and technical tools.

In addition to implementing decor elements and following the logic of interaction with the components of the UnrealEngine4 program described in the chapter, one should remember the revival of the scene in the project. For these purposes, UnrealEngine offers a fairly convenient and easily configurable artificial intelligence system that will help create an end-user experience of visiting a real historical or cultural heritage site.

Chapter 3. Development of architectural visualization of the main building of Tomsk Polytechnic University.

3.1. Historical reference of the object

The main architectural style of objects of historical heritage in Russia, erected in the second half of the XIX century, is historicism or eclecticism.

The name "eclecticism" comes from the Greek εκλεκτός, "chosen, selective". Eclecticism in architecture is the direction in architecture that dominated Europe and Russia in the 1830s and 1890s. In foreign terminology it is called romanticism (for the second quarter of the XIX century), Beaux-Arts (bos-ar) (for the second half of the XIX century) and historicism (in the modern world). It is characterized by a mixture of various "historical" styles, such as neo-Renaissance, neo-Baroque, neo-Rococo, neo-Gothic, neo-Mauritanian style, neo-Byzantine style, pseudo-Russian style, Indo-Saracenic style.

At the beginning of the last century, avant-garde artists tried to create something new all the time "ran into" the eternal truth - it was once and somehow everything was created before.

And it became clear that if you follow the path of some borrowing and combining an existing one, you can create something new and interesting. Modern art design mixes Western and Eastern, old and new - art deco with high-tech and ethno, that is, the interiors of the beginning of the third millennium are stylistically multicomponent. It is customary to call Eclecticism (historicism)

Strictly speaking, eclecticism in itself is not a separate style, since its peculiarity is precisely the blending of different styles on different bases. Quite often in the environment of professional architects, the term eclecticism is negative, as a direction that does not adhere to a specific framework of styles. On the other hand, it should be noted that sometimes a combination of certain styles, made with a taste and a subtle flair, can create unique works of architecture and interior design.

Characteristic features of the eclectic style are, close plexus in the construction of the building of technical aspects with artistic, monumentality, an abundance of decorative elements.

After analyzing the representatives of the style, architectural elements were selected, which should be included in the library for the created toolkit. The library of three-dimensional models significantly reduces the time when creating visualization. There is no need to draw and model the standard elements of the exterior and interior, as they are already available in the library.

As a demonstration project, which will show the possibilities of architectural visualization in the UnrealEngine environment, the main building of Tomsk Polytechnic University was chosen.

The National Research Tomsk Polytechnic University is the oldest technical college in the Trans-Ural part of Russia.



**ТОМСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

TPU is one of the largest advanced educational centers in Russia, the only university in the Asian part of Russia, which is one of the five best technical universities in the country. He received international recognition, being a full member of many international organizations.

The main (lecture) building TPU (TTI) is located at Lenin Ave., 30; previously Timiryazevsky Avenue, 9; previously st. Sadovaya street, 9.

Decree of the Council of Ministers of the RSFSR of December 4, 1974, No. 624, the building was included in the number of architectural monuments of federal significance.

The building was designed in the complex of buildings of the Tomsk Technological Institute in the Ministry of National Education by the architect of the department, academician R.R. Marfeldom. It was planned as the main lecture building of the Institute. The project of the building was compiled in 1895. From 1896 to 1900, the civil engineer F.F. Gut was carried out its

construction. In 1907 additional volumes were added, extending the side wings of the hull. Their project was drafted by F.F. Gut, the civil engineer was led by A.D. Kryachkov. The building has a rich architectural and decorative treatment of the exterior and interior, executed in an eclectic manner.

3.2. Analysis of available solutions

At the moment, the industry has a number of solutions for creating architectural visualizations and virtual tours. These include: fully scripted, partially scripted, and also with open migration. In a completely scripted user from the beginning to the end will lead on a virtual tour "guide", stops are not provided. In this version of the virtual tour, there is no navigation interface, and the user is already on the script prepared by the developer in advance. To date, there are often partially scripted virtual tours. Here in each scene (hall of the museum) you can stop and look around, but only after clicking on the point of transition between scenes - hotspot. As an option, with the help of such a virtual tour there is an opportunity to view all the exhibits in the halls of the museum. Virtual tours with open movement are considered to be a complete virtual projection of the museum. This is one of the most complicated methods of development in technical terms, since when creating a complete virtual projection, it is necessary to use the so-called 3D-modeling.

The main task of such projects is to imitate the presence of a person in the very object of cultural and historical heritage. The given decision gives the chance to all wishing to visit interesting expositions or places at any convenient time, and also solve a problem of availability for disabled citizens. The work will consider the creation of a fully interactive architectural visualization, in which the end user is not limited in movement and he has a certain freedom of action.

Virtual tour (tour) is considered to be a way of realistic mapping of three-dimensional multi-element space on the screen. One of the ways to implement this task can be considered step-by-step photo-tours. Elements of similar projects are spherical panoramas, which are interconnected by interactive links-transitions, i.e. hotspots. In simple words, a virtual tour is a general designation for several unified spherical panoramas, between which the user in the process of viewing has the ability to virtually navigate. Similar projects can also include other interactive elements - pop-up information windows explaining the inscriptions, graphically designed control keys, etc. The virtual tour creates a certain presence effect for the user, i.e., bright memorable images that allow obtaining the most complete information about the object. This solution, due to the ease of implementation at the moment, is the leader when creating a virtual implementation of an existing object. However, such a solution has its drawbacks. These include clear boundaries of movement, limitations in the quality of the image and accompanying inconveniences of the end user.

As already mentioned above, to complete the tasks, programs have been selected that allow you to create fully interactive applications. When creating architectural visualizations of real objects, in spite of the application being used, the standard steps for visualization in 3D editors are used.

The best way to cope with any task is to analyze it and break it down into simpler components. This process of analysis and planning should be at the stage of preparation for work on the project. These actions are a necessary and indispensable requirement, especially if there are restrictions on time and money.

Each architectural 3D project is created in several stages:

- photography
- measuring the room
- drawing a plan
- creating a box of a room
- Assignment of materials
- furniture and accessories
- staging of light

- visualization

All steps to create a project are important, they require a lot of effort and time. The deadline for the project depends on how much time is spent on each step. Therefore, it is more convenient and efficient to work in such a sequence.

1st stage. Photo and measurement of the room

The first stage is for the most part organizational. There is a meeting with the customer, at which the desired result is discussed and the premises are measured. In the case of visualization of large objects, such as shopping centers, museums or university buildings, then, to simplify the measurement time, you can use the mandatory evacuation plans.

It is necessary to make detailed photo-taking of the room. When playing small details, photos will be very handy. Also, it is worthwhile to photograph in detail the available interior decoration - this is useful when creating materials and textures at the final stage of visualization.

2nd stage. Drawing a plan of the room

The second stage is the easiest and fastest. When you have all the necessary dimensions, you sit at the computer and start plotting the room plan. It is more convenient and faster to do this in any design program, for example, AutoCAD.

However, if you do not have enough knowledge and skills to work in AutoCAD, then you can draw in the final program for visualization (a 3D editor like 3DsMax, or a game engine), although it's worthwhile to get acquainted with AutoCAD's automatic design package, because you can often offer a drawn out plan, which, as a rule, is executed in this program. Sometimes, for doubtful time savings, visualizers try to avoid the stage of drawing a plan and try to build "by eye", but this is not only the height of unprofessionalism, but also a pledge of disproportion.

3rd stage. Creating a Box of a Room

The box of the room is all walls with window and door apertures, floor and ceiling, skirting and cornices, beams and columns. Creation of a box of a premise is an integral step in creation of the project. At this stage, you will need knowledge of various methods of building walls and a little practice.

Usually, if the second stage was not ignored, then there is a pre-drawn out plan of the room, then creating a box of the room will not create problems. The walls can be modeled in many different ways. When building walls, openings, columns and other architectural elements, precision is required. To ensure the accuracy of modeling in 3DsMax there are various possibilities, such as alignment, precise input of movement, rotation and scaling values, bindings and much more. In UnrealEngine4, there are basic elements for creating architectural objects (walls, doorways, columns, etc.).

4th stage. Furnishings

Filling the premises with furniture, accessories and other interior elements is the most important stage of any project.

When working on this stage in three-dimensional editors, it is desirable to make furniture in a separate layer so that it is easy to turn off the visibility of these objects. Something from the furniture will have to be modeled by yourself, something can be taken from the libraries of three-dimensional models. The general advice when developing furniture models is to model furniture objects in separate files, and then to integrate them into the scene with the project. Thus, you can organize your own library of models. When modeling furniture and accessories, you can use all the known methods of modeling. When importing to UnrealEngine, remember that the latest version supports * .fbx. When unloading from a 3D editor, the assigned materials are also unloaded along with the model, and the light map of the object.

5th stage. Selection and use of materials

The fifth stage is firmly connected with the fourth. Usually these stages are mixed, i.e. If a new element of the interior is added, then the material is immediately assigned to it.

The materials give the final result realism.

In UnrealEngine has its own editor of materials, allowing you to create both simple materials with a repeating pattern, and bulk materials, such as a parquet with a wooden pattern.

There is a special program for creating complex materials, called Substance Material. This program is quite easy to learn and has great opportunities for creating different kinds of materials. Furnishing and selection of materials the longest stages, requiring a lot of time and patience.

6th stage. Staging of light

The most difficult and most responsible stage. Badly delivered light can spoil everything. It is necessary to provide all light sources that will be in a real room, and simulate them. It is at this stage that the 3D artist manifests himself as a creative person. In every single project, the production of light is a novelty. Light plays a crucial role both in the interior and in the exterior.

The possibilities of modeling dynamic light and shadows on the stage in UnrealEngine4 greatly reduce the time at this stage. Various lighting options (directional, spot, light, and projector) help to see the final version of the visualization almost immediately. However, during the development of visualization, it is necessary to make a light scheme from time to time, this helps to look at the result and see possible errors and errors that will interfere with further work.

7th stage. Visualization

Visualization is the final stage of all the work done. When developing architectural visualizations in three-dimensional editors, several factors should be considered. First, this stage requires the correct setting of cameras, because a lot depends on the choice of camera angle. Secondly, you need to correctly choose the size and resolution of the image.

In the project under consideration, the final stage of development is interactive visualization, in which full user interaction and visualization are possible. Also in the game engine, you can create videos.

3.3. Creating an architectural visualization in the proposed toolkit

Design and creation of architectural visualization will be made on the basis of the engine Unreal Engine 4.

Designing any project in the game engine from Epic Games begins with the choice of the initial level of development. UnrealEngine 4 offers several options for the initial levels, in this case the choice is between the kind of camera - from the first or from the third person. These options offer the most convenient options for user interaction with objects on the stage.

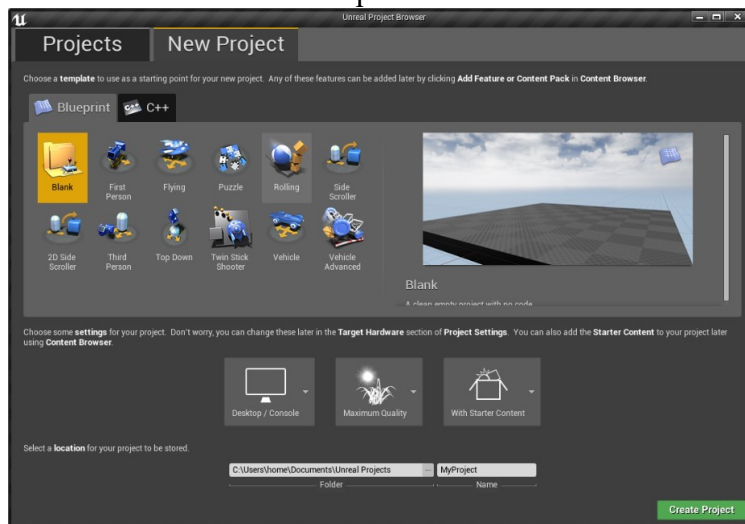


Fig.3.1 Window for selecting the initial set of elements in the Unreal Engine 4 Selected species from a third party.

After creating an entry level, clear the level of the objects pre-installed on it, leaving only the walls and the floor.

After clearing the scene, we change the functional used by the protagonist of the reconstruction, namely, we add an action button, through which it can interact with objects on the stage.

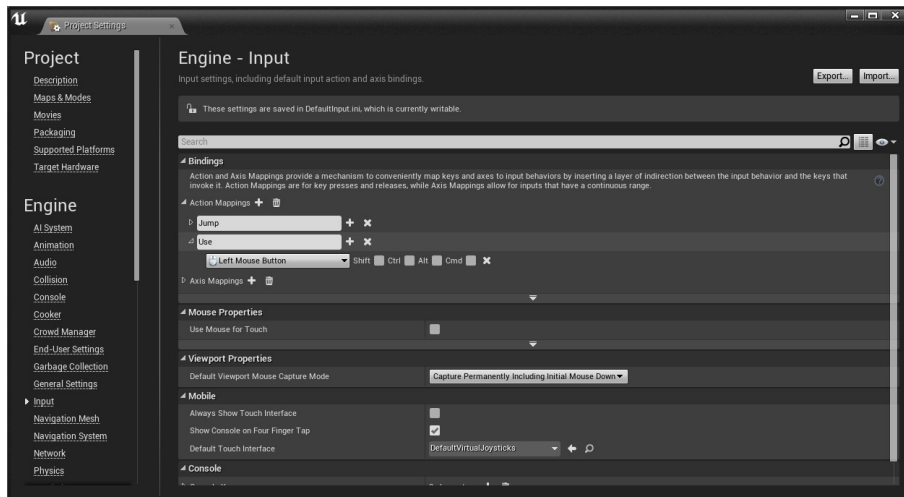


Fig.3.4 The window for adding an action for the character in Unreal Engine 4

Now, when you click on the left mouse button, the user will be able to interact with objects placed on the stage.

Also add the ability to change the look of the camera. Open the default model of the character in the editor of the blueprints. Let's add a camera for the first person view. It is worth considering that if you simply put the camera in place, it will not change position according to the movement of the mouse. In order to eliminate this drawback, we will establish a couple of important strokes in the editor of the bricks. In the properties of the camera, put the checkbox on the "Lock to HMD" property, then go to the "Event Graph" window and prescribe the logic of the camera change when the button "V" is clicked.

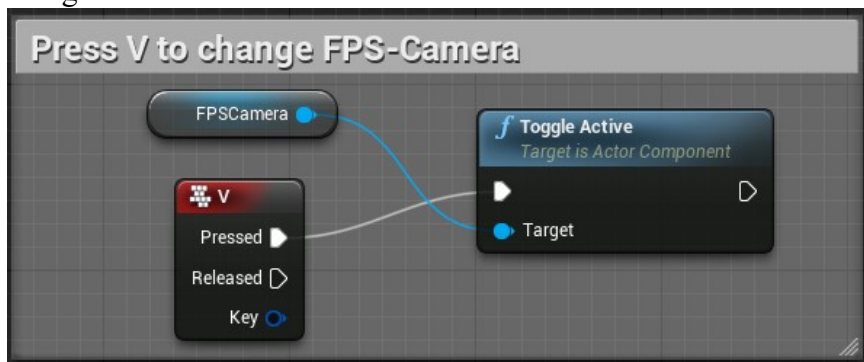


Fig.3.5 Functionality for changing the camera view.

Before you start directly on visualization, you need to add the library of decorative elements created in the selected tools, which includes about 600 objects and incorporate them into the game engine.

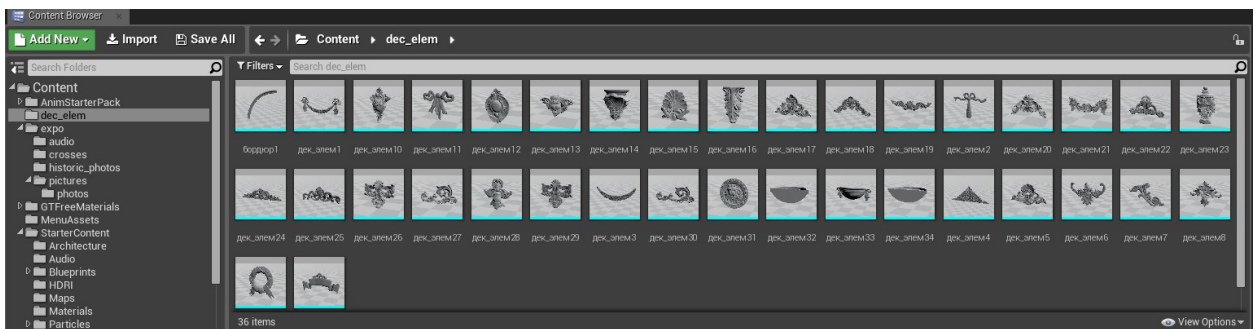


Fig.3.6 Loaded models in the engine UnrealEngine

If you transfer a model with the extension *.fbx, in the absence of assigned textures, the default material named WorldGrid is automatically superimposed on it. This is done so that the embedded element does not use large computing power when staging or further modifying it.

You can apply a texture to the imported object, both in the model editor and when placing it on the stage.

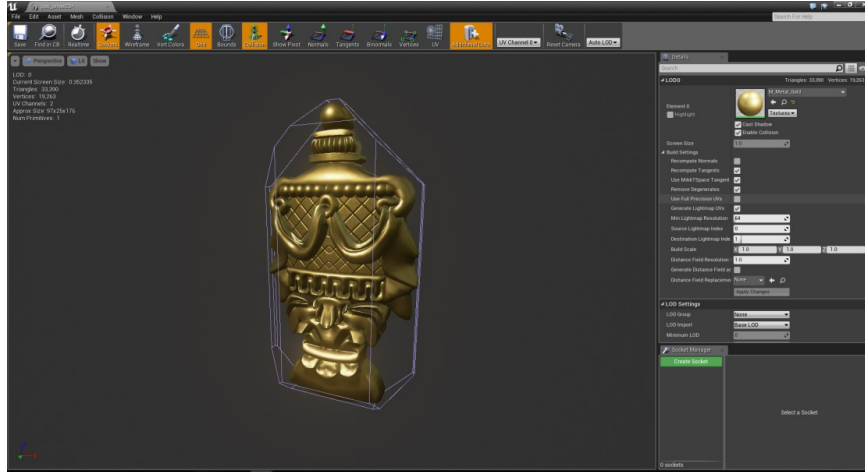


Fig.3.8 The model with the material superimposed on it in the engine UnrealEngine
After the formation of the library of decorative elements, you can proceed with the direct design of the visualization.

Level Design

According to the logic of creating architectural visualizations described earlier, we first create a drawing of the room.

At the first stage of the design, large-scale public surveys and plans are used, since the basic skeleton of the design is being developed.

From the analysis of available information in the automated design and drafting system AutoCAD, a floor plan of the main building was created.

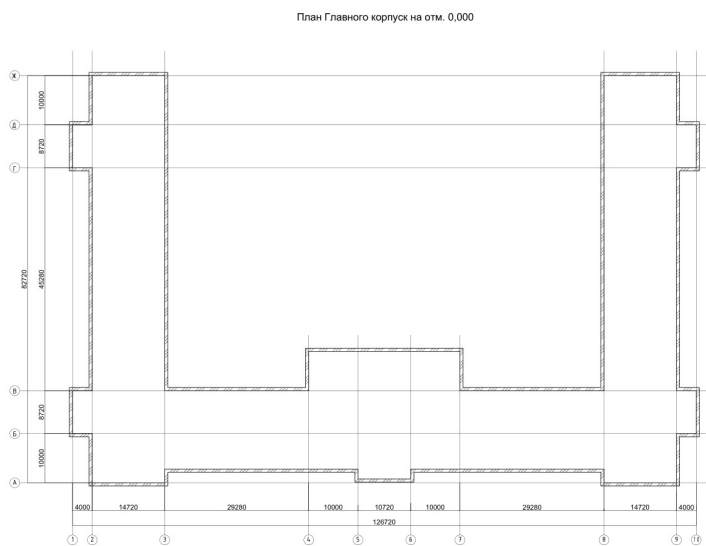


Fig.3.11 Floor plan in the AutoCAD program

After drawing up the plan of floors, the sizes of ladders and their arrangement are defined. Then, following the stages of architectural visualization, a space box was created. The engine of the floor overlaps.

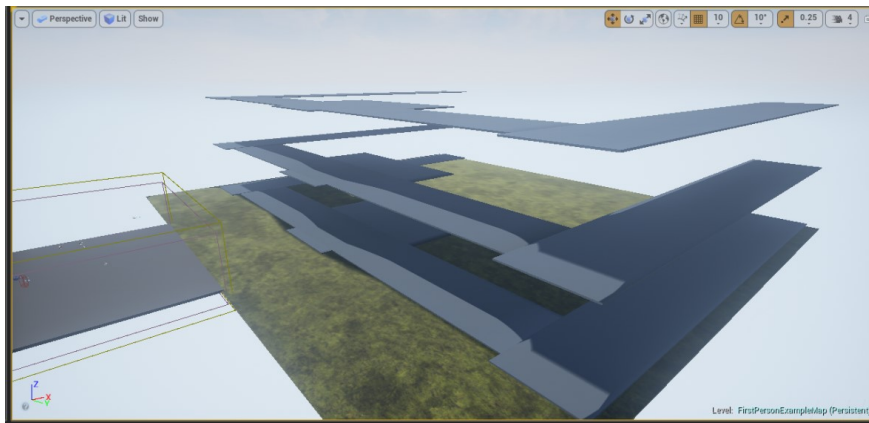


Fig.3.12 The scheme of floor overlappings.
Stairs were added.

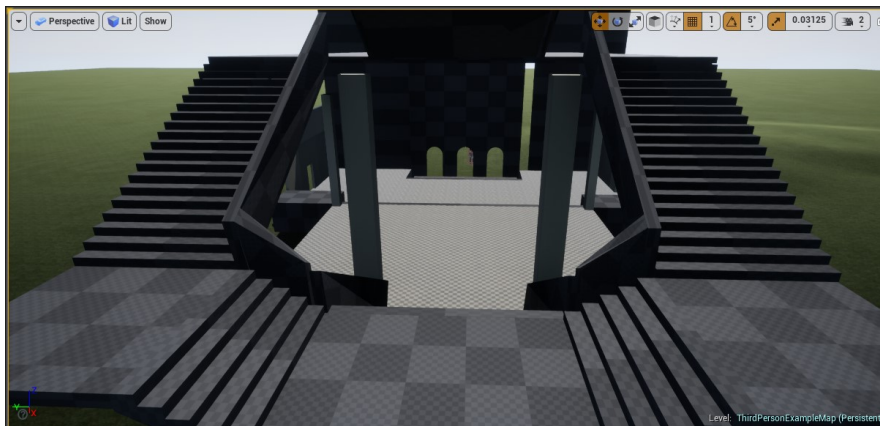


Fig.3.14 Main staircase, view from the first floor.

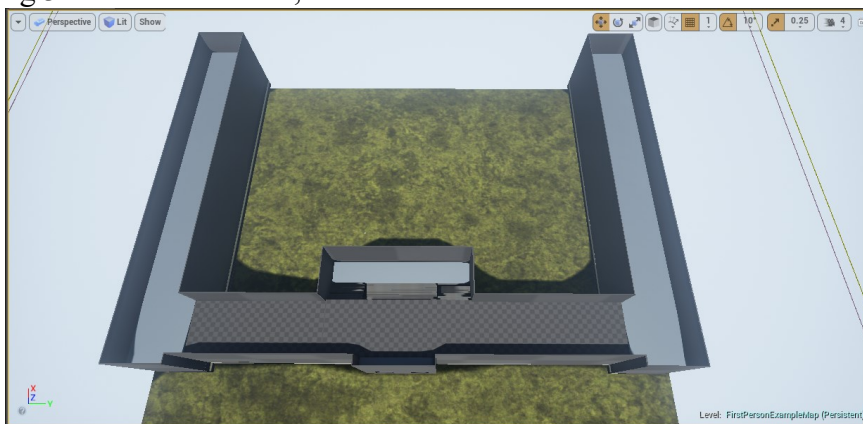


Fig.3.15. Top view of the box of the room.

The next stage was the marking of the borders of the facade elements, for this purpose the protruding elements of the main building facade were measured, and a drawing was created. From it, an object was created in the engine for editing on the stage.

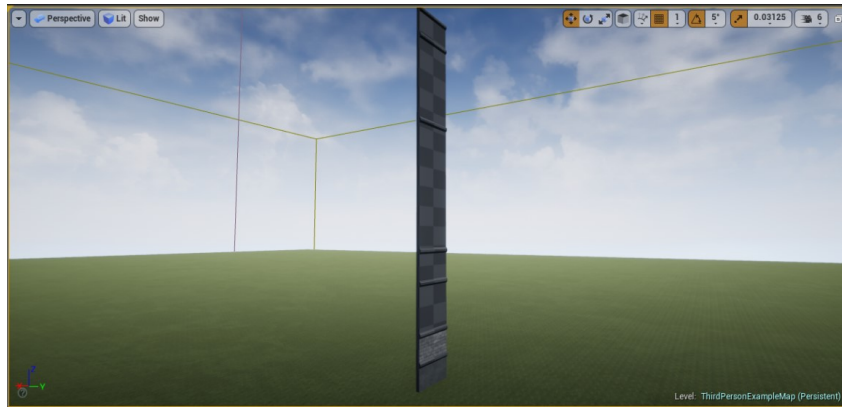


Fig.3.17 A section of the wall in UnrealEngine4.

For any visualization, natural light sources are needed.

The penetration of light into the box of the room is carried out through the window and door openings.

Adding them to the engine is due to the properties of geometric primitives. The "Add" property allows you to add geometric objects to the scene, and the "Subtract" property is to cut out objects from the primitives on the stage. It is possible to combine several cut-out parts, for example, to create an archway.

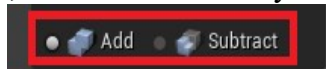


Fig.3.18 Properties of geometric primitives in UnrealEngine4.



Fig. 3.19 Arched opening for the front door.

After the end of the creation of the box of the room, it is time to work with materials and textures.

Working with Textures

When working with a set of standard textures in the engine, a situation has arisen in which existing materials are not optimized for the project. When starting the visualization, they looked unrealistic [10].

To solve this problem, you need to open the desired texture in the editor and add a block that will later allow you to change the size of the texture drawing in real time. This action will allow you to scale materials for each individual visualization element.

Open the material of interest for editing. When you press the "M" button, the "Multiply" element is added to the texture. Then, after pressing the "S" button, the "Scalar Parameter" element will be added, assigning it the name "Tex_Scale". Then, clicking on the right mouse button, add the "Texture Coordinate" element to the editor. We connect the elements added earlier by this method.

This link should be added to all available textures in the editor. But if the texture is simple, then you can connect it only to the one that has a link to "Normal" in the texture description.

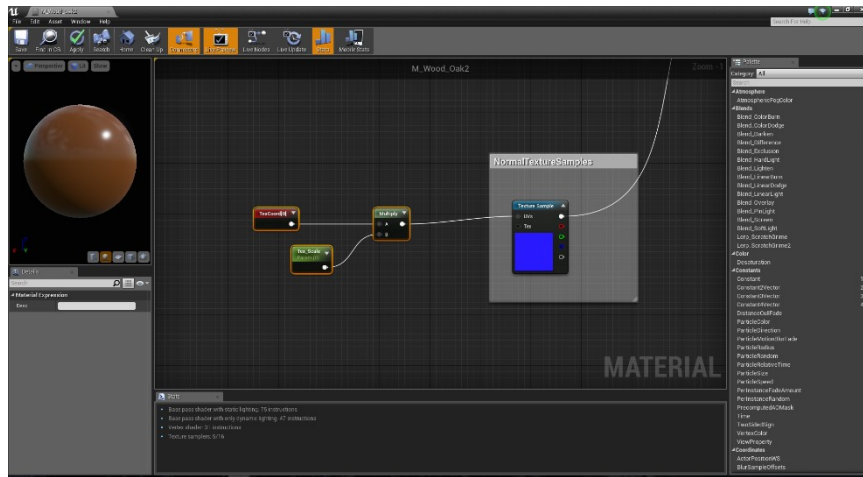


Fig.3.30 Links between texture normals and created bundles in Unreal Engine 4
Then click on the "Compile" button and save.

From the modified texture, pressing the right button will create a Material Instance, which will be the material used.

Add it to the scene (in this case, change the material of the parquet), and open it in the editor in parallel.

The texture looks much more realistic than when applying a standard sample.

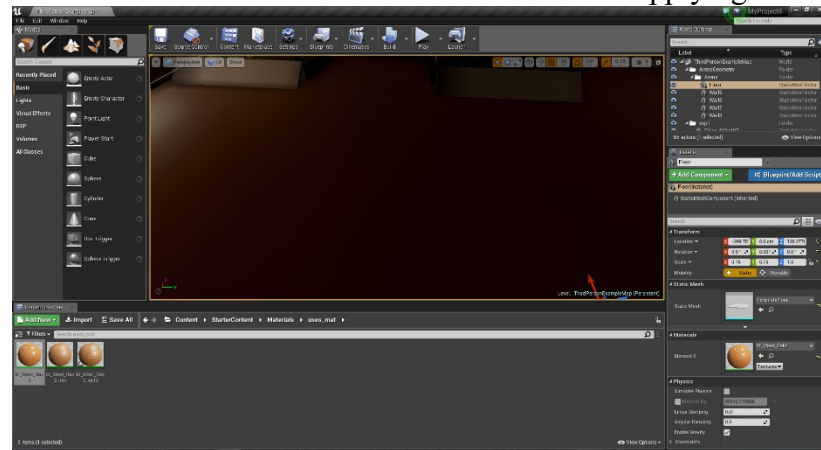


Fig.3.31 Sex scene when using the standard material in Unreal Engine 4

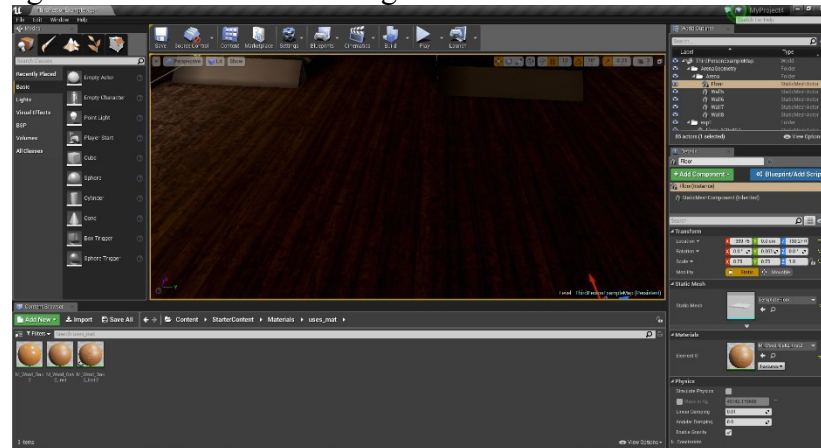


Fig.3.32 Sex scene after application of the modified material in Unreal Engine 4
Do the same with the textures of walls and ceiling.

Lighting adjustment

After finishing the work with materials, it's time to adjust the lighting parameters.

The main lighting on the stage is the light sphere (sky sphere). To increase the penetrating light into the room, it should be placed behind the window apertures along a small spotlight.

Over the artifacts or elements of the scene, which are worth paying attention to is to place either a point light (point light), or again the directed light of the spotlight.

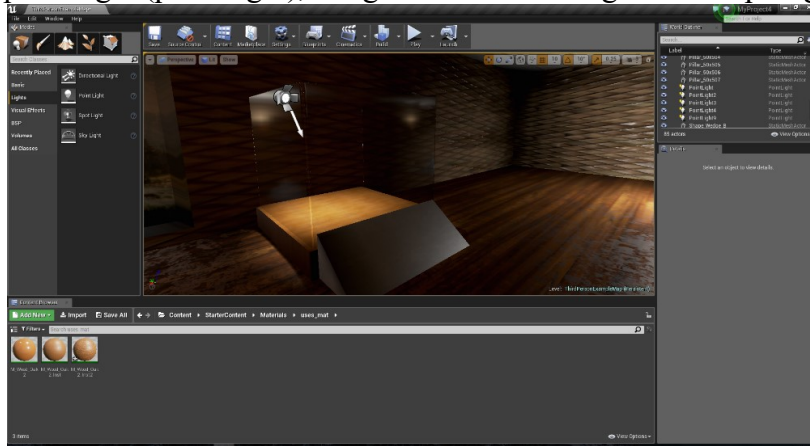


Fig.3.34 Stand for exhibits, completely created in Unreal Engine 4
Creating virtual visualization elements

Unfortunately, in Unreal Engine 4 there is no way to create all the necessary exhibits. To do this, we will use the 3DsMax capabilities, in which exhibits and pictures will be created.

In the main window, create a simple cube for the image size.

Remove the icon from the option to use the world coordinates. This will help in future when unloading, overlay the image created on the cube.

Open the Modify tab, assign it to the Editable poly object, select Polygon, select the front part of the picture.

In the Edit polygons tab, select insert and move the polygon inside to the size of the picture. Then, in the same tab, select the Extrude function and press the picture down about a centimeter.

We leave from Polygon. We will do the same for all available images.

After creating the pictures, you need to upload them in a certain format (FBX), otherwise the Unreal Engine will not define them as objects for import into the project [8].

Changing the geometry inside Unreal engine4.

Inside the engine there are own tools for changing the geometry of objects. There is an opportunity of standard commands of three-dimensional editors as "Extrude", "resizing", etc.

Geometry is subject to certain editor objects located in the "Geometry" or "BSP" tab.

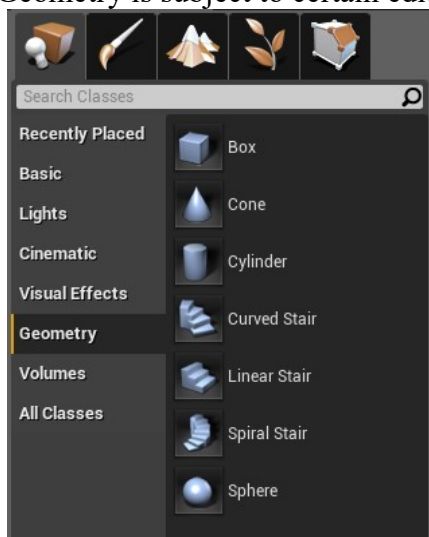


Fig.3.37 Elements of variable geometry

Let's analyze the change in the geometry of objects using the example of a cube.

The geometry of objects is changed using the "Geometry editing" panel.

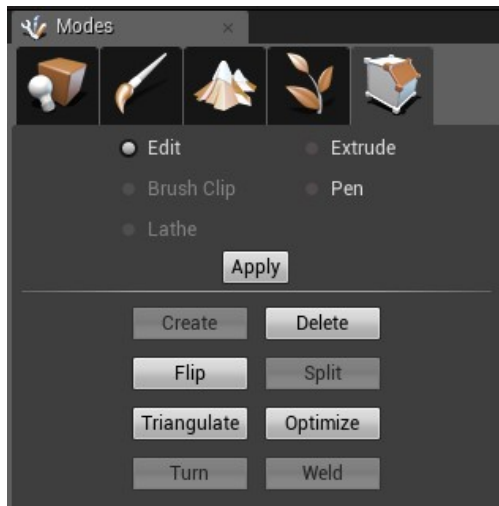


Fig.3.39 "Geometry editing" panel in UnrealEngine 4

For an example of working with a variable geometry, let's analyze the creation of a recognizable element of the environment of the building of the main building.

The first stage is photography. We will examine from all possible angles of this monument.



Fig.3.40 Photographs of the monument Tomsk Polytechnic University.

Then we will measure the elements.

The width and height of the basic cube (color metallic substrate) is 220 cm. The width of elements of green and black 70 cm., The distance between 20cm., Cubic elements have a height of 70 cm., Rectangular 140cm.

Elements of green and black color protrude by 10cm. from the main cube.

Using these measurements, we can create a cube layout using the "Extrude" tool. It is worth remembering that in case you want to change the size of the new element, you need to switch to the "Edit" tool.

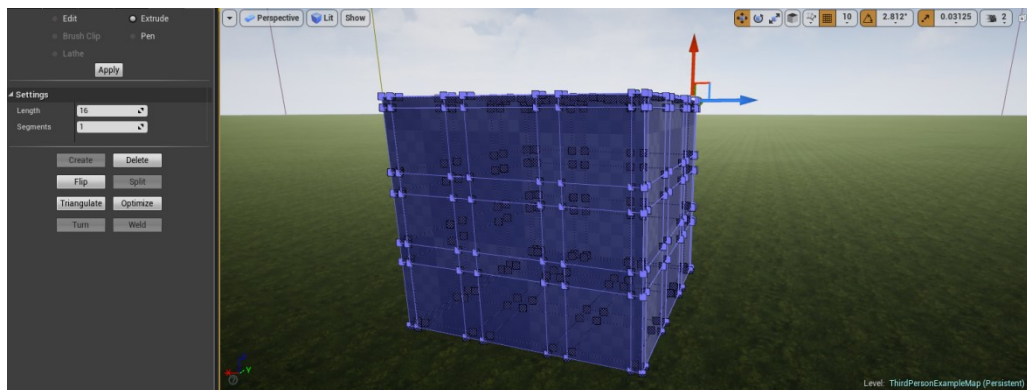


Fig.3.41 Modified geometry with the tool "Extrude"

Now with the help of the same tool "Extrude" pull the protruding elements to the desired distance from the main box.

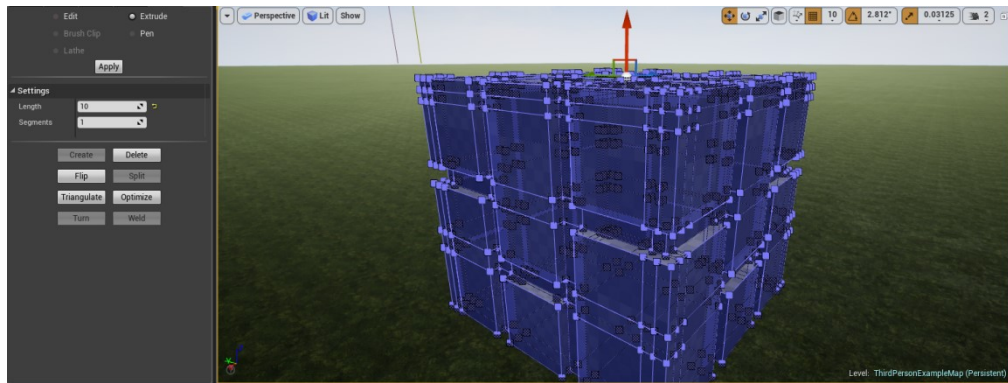


Fig.3.42 Modified geometry with the tool "Extrude" 2

After you find that the geometry has been completed for this element, you can use the "Optimize" geometry function. This function will combine the elements of one plane into a common one, which will help reduce the time of texture mapping for the object.

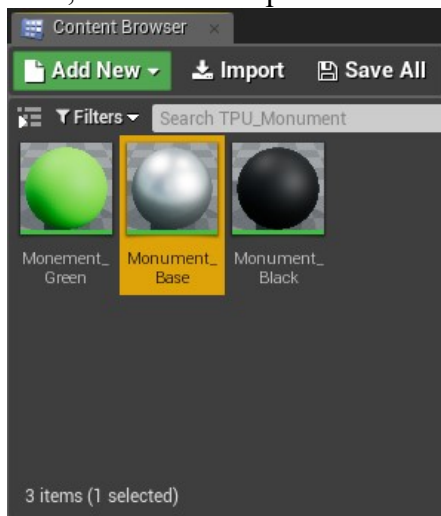


Fig.3.43 Textures for the monument Tomsk Polytechnic University.

Then we will create from the same cubes a pedestal and a wall with an inscription.

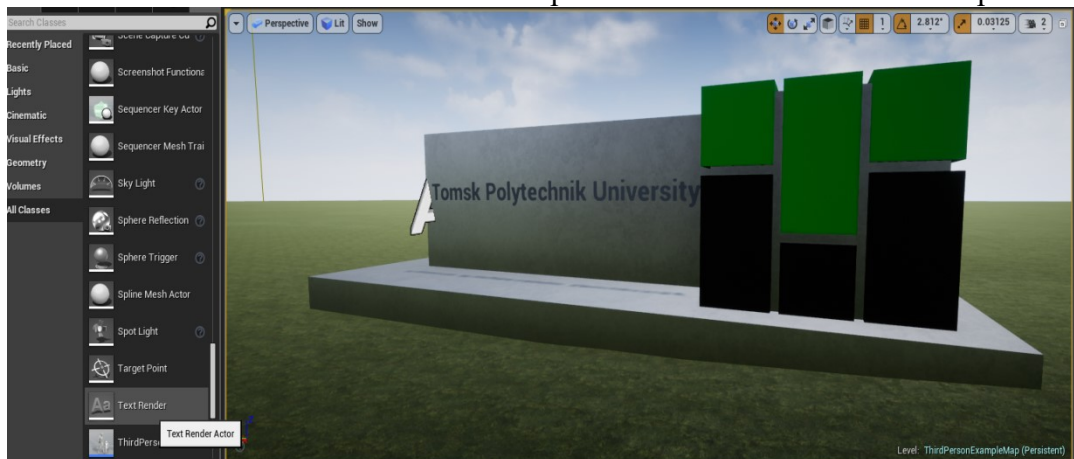


Fig.3.45 Monument in front of the main building with the inscription added

Placement of additional elements on the stage

After placing the created artifacts on the stage, we'll connect the audio accompaniment to them so that when we approach it we include a record in which the description of the exhibits is stored.

Unreal Engine 4 currently supports the import of uncompressed 16-bit audio files at any sampling rate (see table below). For best results it is recommended to use a sampling frequency of 44100 Hz or 22050 Hz [6].

Importing an audio file into the editor generates a Sound Wave Asset that can be directly set to a level or can be used to create Sound Cues and edited inside the Sound Cue Editor.

Unreal Engine 4 also supports multi-channel (for example, 5.1) sounds and uses special naming when importing files to use multiple channels.

After adding the sound track to the game folder, create the actor and add the entry to it in the viewport window.

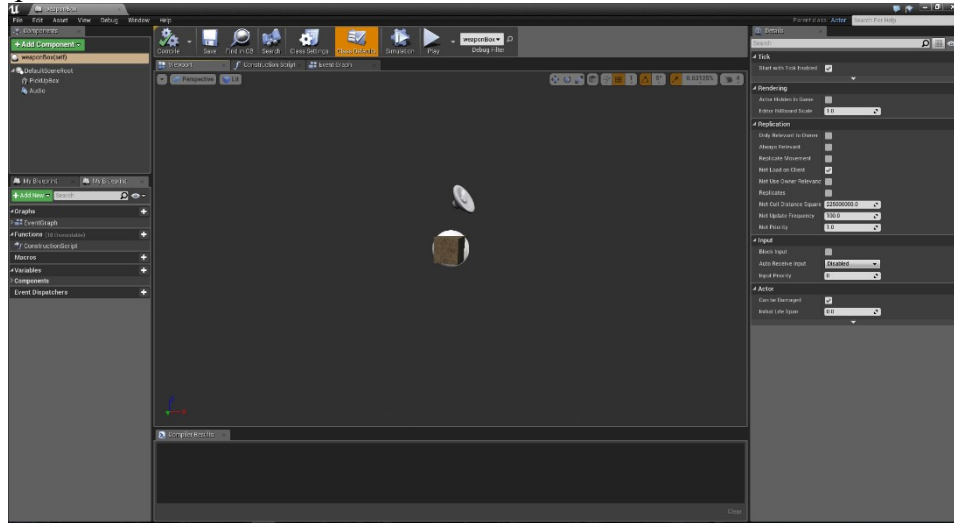


Fig.3.47 Open Editor for the created actor in Unreal Engine 4

After adding a sound track, we will make it play only when the user approaches the exhibit. To do this, create an event for the actor and OnComponentBeginOverlap, OnComponentEndOverlap, drag the audio track to EventGraph window to create a track FadeIn function, FadeOut and combine them in the manner shown.

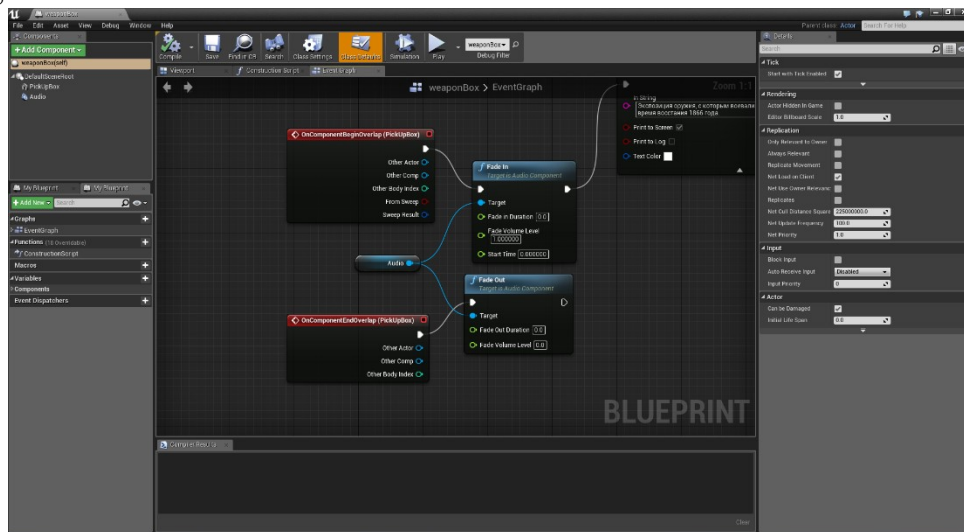


Fig.3.48 Necessary connections for correct operation of the sound track in Unreal Engine 4

Element of the graphical user interface

After the done manipulations, we will place the actor in close proximity to the exhibit described in the audio track.

Now, when the user approaches the exhibit, an audio record will be played, which contains the description of the exhibit.

The initial menu for the project should include several main functions, the main ones of which are:

- Starting the program
- Adjust the quality and size of the screen
- Exiting the program

The game engine UnrealEngine 4 allows you to create menu and pauses widgets using only visual programming.

The work takes place in the built-in tools WidgetEditor. On engine with a menu widget itself has two windows, Designer - to change the appearance of the widget and Graph - for programming logic.

The logic of the menu is as follows: initially only the three main buttons are visible, when the "Setup" button is pressed, the screen with the buttons "Quality settings", "Screen size adjustment" and "Back" is opened. When selecting the adjustment buttons, the quality of the display on the screen and the size of the working screen are changed.

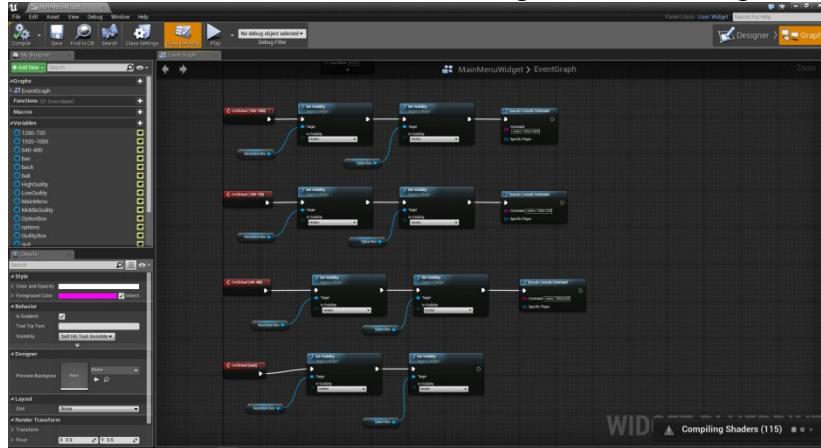


Fig.3.51 WidgetEditor, the Graph window in the UnrealEngine engine

3.4. General conclusion of chapter 3

The creation of architectural visualizations in the created tools will significantly reduce the development time of projects.

The described ways of developing individual elements of the project are considered optimal.

When designing architectural visualizations, it is necessary to follow clearly the indicated phased development plan.

Conclusion

In the course of the final qualification work, a toolkit for creating architectural visualizations on the Unreal Engine 4 engine was developed.

As a result of the completion of the final qualification work, the goal and objectives set were met and achieved.

To solve the tasks, the following work was done:

The need for the development of tools is grounded;

The analysis of electronic resources on similar subjects was carried out, from the results of which it was possible to obtain a plan for developing its own visualization;

The analysis of existing game engines is carried out in order to identify the most suitable for the solution of the task;

The analysis of available three-dimensional editors has been carried out, in order to identify those that are suitable for achieving the indicated goals;

The design and structure of visualization was developed;

When developing the toolkit, the capabilities of modern 3D modeling and interactive application development technologies, such as 3D editors 3Ds MAX, ZBrush, Unreal Engine 4 were used as the main tool for creating interactive three-dimensional visualization.