

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем
Направление подготовки 09.03.03 – Прикладная информатика
Профиль: Прикладная информатика в дизайне

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
_____ А.В. Бушманов
« ____ » _____ 201_ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Компьютерное макетирование 021 квартала города Благовещенска

Исполнитель
студент группы 254-об

(подпись, дата)

С.Г. Шелепов

Руководитель,
профессор, доктор техн. наук

(подпись, дата)

И.Е. Еремин

Нормоконтроль
инженер кафедры

(подпись, дата)

В.В. Романико

Благовещенск 2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет математики и информатики
Кафедра информационных и управляющих систем

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
_____ А.В. Бушманов
« ____ » _____ 201_ г.

ЗАДАНИЕ

К бакалаврской работе студента Шелепова Сергея Геннадьевича

1. Тема бакалаврской работы: Компьютерное макетирование 021 квартала города Благовещенска

(утверждена приказом от 03.06.2016 № 1215-уч)

2. Срок сдачи студентом законченной работы (проекта) 16.06.2016

3. Исходные данные к бакалаврской работе: отчет по практике, специальная литература, нормативные документы.

4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов): анализ предметной области, функциональные подсистемы, проектирование базы данных.

5. Перечень материалов приложения: (наличие графиков, схем, программных продуктов, иллюстративного материала и т.п.) схема организационной структуры, техническое задание, экранные формы.

6. Дата выдачи задания _____

Руководитель бакалаврской работы: профессор, доктор технических наук Еремин И.Е.

Задание принял к исполнению: _____

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		2

РЕФЕРАТ

Бакалаврская работа содержит 60 с., 27 рисунков, 20 источников.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ, ОПИСАНИЕ 021 КВАРТАЛА ГОРОДА БЛАГОВЕЩЕНСКА, НИЗКОПОЛИГОНАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ, БАЗА ДАННЫХ, КОМПЬЮТЕРНЫЙ МАКЕТ 021 КВАРТАЛА ГОРОДА БЛАГОВЕЩЕНСК

Объектом исследования бакалаврской работы является создание информационного макета 021 квартала.

Для изготовления программного продукта понадобились приложения, такие как: Adobe Photoshop CS 15, 3D MAX, 4D CINEMA, Интернет ресурс Google Maps, Интернет ресурс Яндекс. Карты, Unity, СУБД SQLite DOG.

В процессе исследования 021 квартала города Благовещенска была собрана информация об архитектуры зданий и сооружений 021 квартала города Благовещенска, созданы низкополигональные модели зданий, спроектирована база данных, хранящая информацию о зданиях 021 квартала города Благовещенска, создана 3D карта 021 квартала города Благовещенска.

Результатом бакалаврской работы будет является программный продукт ГИС 021 квартала города Благовещенска , приложение будет обеспечивать визуальную навигацию по трехмерной ГИС.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Общая характеристика геоинформационной системы	9
1.1 Определение и назначение геоинформационной системы	9
1.2 Создание прототипа 3D кадастра в России	11
1.3 Представление и модели географической информации в ГИС	14
1.4 Примеры геоинформационных систем	15
2 Функциональные подсистемы	21
2.1 Подсистема ввода и преобразования данных	23
2.2 Подсистемы обработки и анализа ГИС	23
2.3 Подсистемы вывода (визуализации) данных	23
2.4 Подсистема хранения данных	24
2.5 Подсистема предоставления информации	25
3 Реализация трехмерной модели для геоинформационной системы	27
3.1 Описание 021 квартала города Благовещенска	27
3.1.1 Особенности архитектуры зданий и сооружений 021 квартала города Благовещенска	27
3.1.2 Особенности ландшафта 021 квартала города Благовещенска	28
3.2 Проектирование подсистемы 3D-моделей зданий	29
3.2.1 Технология проектирование 3D-моделей зданий	29
3.2.1.1 Создание низко-полигональной модели	29
3.2.1.2 Реализация синтетической текстуры	33
3.2.1.3 Пространственная привязка моделей на карте	34
3.2.2 Расчет размеров будущих моделей	37
3.2.3 Моделирование низко-полигональной основы	38
3.2.4 Создание UV-развертки и текстурирование	39
3.3 Проектирование базы данных 021 квартала города Благовещенска	39
3.4 Создание карты-подложки и расположение 3D моделей	41
3.4.1 Проектирование пользовательского интерфейса	45
3.4.2 Проектирование подсистемы визуализации и навигации	45
3.4.3 Проектирование навигации с помощью виртуальной камеры	46

4 Обеспечивающие подсистемы	47
4.1 Характеристика 3D редактора Maxon CINEMA 4D	48
4.2 Особенности использования многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop	58
4.3 Особенности использования 3D визуализатора Unity 3D	51
4.4 Характеристика базы данных SQLite	53
4.5 Обоснование выбора языка программирования	57
Заключение	58
Библиографический список	60

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

ГИС – Географическая информационная система;

БД – База данных;

ПО – Программное обеспечение;

СУБД – Система управления базами данных;

3D – Three Dimensions (три измерения).

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность применения геоинформационных систем для создания информационной модели и его справочной системы обусловлена широким спектром инструментов, которые включают в себя базы данных, визуальную привязку и возможность связки с глобальными картами субъектов. Внедрение трехмерных технологий позволило решать ГИС новые задачи визуализации, статистики и анализа, что позволило создавать полноразмерные модели зданий, целых кварталов и даже городов.

Эффективное развитие современного высокотехнологичного общества все более нуждается в системе получения оперативной, актуальной и достоверной информации о состоянии окружающего нас мира в виде информационных систем различного предназначения. К настоящему времени аппаратные, и программные средства определения местоположения позволяют получать с высокой точностью трехмерные геопространственные данные в режиме реального времени. В получении и использовании подобного рода информации заинтересованы не только все отрасли народного хозяйства, но и органы власти и управления всех уровней. Трехмерные модели территории могут быть как простыми в виде наглядной аналитической карты, так и более сложными и комплексными, включающими большое число расчетных величин для моделирования реального состояния территории и объединяющих большое число различных слоев. При этом размерность и сложность модели должна определяться целями и задачами исследования состояния территорий. Трехмерные цифровые модели территорий обладают рядом преимуществ:

- объекты привязаны непосредственно к физической поверхности Земли;
- возможность учета кривизны Земли и рельефа местности при вычислении площадей земельных участков;
- высокое и наглядное качество визуализации состояния территории за счет объемного изображения ситуации;
- расширение возможностей принятия эффективных архитектурных и гра-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		7

достроительных решений, разработки генеральных планов и планов территориального развития;

- трехмерные изображения памятников истории, культуры и архитектуры, дополненные набором фотографических изображений, открывают новые возможности в обеспечении их сохранения и реставрации.

Появление трехмерных визуализаторов, позволяющих осуществлять связку базы данных и групп 3D моделей, позволило создавать прототипы 3D ГИС без получения специализированного инженерного образования в сфере геоинформационных технологий. Дальнейшее развитие данных технологий позволило создавать специализированные плагины, осуществляющие привязку 3D объектов к векторной или аэрофотографической подложке ГИС Google и Яндекс.

Целью, разрабатываемой ГИС 021 квартала города Благовещенска является объединение возможностей трехмерной визуализации, посредством создания реалистичных моделей зданий, картографической привязки, благодаря использованию аэрофотоснимков, и информационно-справочной системы, использующей базу данных, хранящую информацию об улицах, сооружений, находящихся в квартале.

При создании ГИС использовались бесплатные версии визуализатор Unity 3D, трехмерного редактора Maxon CINEMA 4D и СУБД SQLite DOG, что позволило создать полноценный программный продукт, отвечающий заявленному функционалу трехмерной геоинформационной системы 021 квартала города Благовещенска.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		8

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

1.1 Определение и назначение геоинформационной системы

В конце XX века произошел интенсивный скачок развития информатизации общества. Благодаря этому на базе информационных технологий были созданы географические информационные системы.

Геоинформационные системы - многофункциональные средства анализа сведенных воедино табличных, текстовых и картографических данных, демографической, статистической, земельной, муниципальной, адресной и другой информации.

Применение технологий ГИС в исторических исследованиях, а также в сфере историко-культурного наследия в настоящее время сформировалось как самостоятельное междисциплинарное направление.

До недавнего времени использование ГИС было доступно лишь специалистам, пришедшим из физико-математических наук, и ограничивалось электронной картографией, результаты которой не всегда позволяли на основе полученных данных формировать целостную ландшафтно-экологическую структуру. ГИС расширили использование карт за счет хранения графических данных в виде отдельных тематических слоев, а качественных и количественных характеристик составляющих их объектов в виде баз данных. Такая организация данных при наличии гибких механизмов управления ими, обеспечивает принципиально новые аналитические возможности.

Современные программные средства для работы с ГИС развиваются по пути упрощения интерфейса и направлены на использование специалистами прикладного уровня, не имеющих глубокого знания программирования. Данные настольные ГИС предоставляют широкий набор инструментов для анализа и управление данными, свойственный полноценным географическим системам. С помощью данных программных продуктов пользователи могут искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнитель-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		9

ную информацию об объектах.

Сведения, получаемые с карт, имеют территориальную привязку, поэтому их удобно использовать в качестве базового слоя ГИС. Если нет цифровых карт на исследуемую территорию, тогда графические оригиналы карт преобразуются в цифровой вид.

Одни из таких сведений это данные дистанционного зондирования (ДДЗ) все шире используются для формирования баз данных ГИС. К ДДЗ, прежде всего, относят материалы, получаемые с космических носителей. Для дистанционного зондирования применяют разнообразные технологии получения изображений и передачи их на Землю, носители съемочной аппаратуры (космические аппараты и спутники) размещают на разных орбитах, оснащают разной аппаратурой. Благодаря этому получают снимки, отличающиеся разным уровнем обзорности и детальности отображения объектов природной среды в разных диапазонах спектра.

В настоящее время технологии ГИС используются распространение практически во всех сферах деятельности человека. Не смотря на то, что наиболее широко распространены двухмерные ГИС, с развитием технологий трехмерного моделирования стали набирать популярность программные продукты включающие трехмерное представление объектов. Данный процесс связан с недостатками двухмерных геоинформационных систем:

- отсутствие возможности визуализации сложных географических объектов;
- проблемы представления планировки территории с большим количеством разноплановых географических объектов.

Приведенные выше недостатки двухмерных программных решений позволяет перейти к трехмерному представлению географических объектов, кроме того это позволяет решать новые задачи:

- всесторонняя визуализация ландшафтов, инфраструктуры и сооружений;
- анализ и планирование развития территорий и взаимодействия инфраструктурных узлов;

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		10

- предоставление аналитических данных в удобном виде, визуализация результатов обработки.

1.2 Создание прототипа 3D кадастра в России

Государственный кадастр недвижимости как информационная система обладает наиболее полными и достоверными сведениями об учтенном и зарегистрированном недвижимом имуществе. Однако, на сегодняшний день, геодезическое обеспечение кадастра недвижимости выполняется в системе плоских прямоугольных координат, что не позволяет корректно осуществлять учет пространственных объектов, таких как дорожные развязки, мосты, тоннели, метрополитены, и прочие. В связи с этим, возникает необходимость разработки и внедрения на территории РФ трехмерного кадастра недвижимости.

На данный момент система государственного кадастра и регистрации объектов недвижимости основана на двухмерном представлении объектов, включая земельные участки, здания, сооружения. Однако существующий подход не исчерпывает всех ситуаций в реальном трехмерном мире, что при существующем двухмерном подходе вызывает проблемы в постановке на кадастровый учет и регистрации прав для ряда объектов. Проблему реализации 3D кадастра обсуждают уже достаточно давно во многих странах, Россия — не исключение.

С 29 июля 2010 года Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии запустила проект по разработке трехмерного кадастра недвижимости РФ. В проекте участвует Министерство экономического развития Российской Федерации, Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр). Кроме того, в проекте примут участие западные партнеры – Кадастр Нидерландов.

Стоит отметить, что введение технологии 3D-кадастра требует изучения и изменения нормативно-правовой базы и решения различных технологических вопросов:

1) изучение российской нормативно-правовой базы и ее сопоставлением с организацией процессов получения, хранения и предоставления трехмерной ка-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		11

дастровой информации;

2) разработка модели получения, хранения и предоставления трехмерной кадастровой информации в России с использованием международного опыта;

3) создание прототипа трехмерного кадастра.

В трехместном кадастре могут отображаться модели рельефа местности, трёхмерные модели зданий с фотографическими текстурами, трёхмерные модели крупных инженерно-технических сооружений и коммуникаций.

Так же с 28 февраля 2012 года правительством Российской Федерации было принято постановление «О единых государственных системах координат» №1463, результатом которого станет введение геодезической системы координат 2011 года (ГСК – 2011), которая придет на смену действующей системе координат СК – 95. В связи с этим, наступает благоприятный момент для внедрения 3D кадастра на территории РФ, так как, при введении ГСК – 2011 будет проводиться пересчет всех координат, вычисленных в СК – 95.

Существует несколько вариантов развития программного обеспечения для целей 3D кадастра:

- разработка принципиально новых программных продуктов с учетом требований трехмерного кадастра;

- слияние программных продуктов (например, к программе Credo Dat 5.1, востребованной на рынке 3D моделей, разработать модуль семантической информации);

- доработка и адаптация к условиям России программных комплексов, используемых в трехмерном кадастре зарубежных стран.

Программные комплексы можно использовать для трехмерного кадастра следующих объектов:

- земельные участки – благодаря интеграции появляется возможность получить наглядное представление о рельефе земельного участка (рисунок 1), рассчитать его реальную площадь, что повысит качество и достоверность межевых планов;

- объекты капитального строительства – в данном программном комплек-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		12

се мы имеем возможность простейшими средствами построить трехмерную модель объекта (рисунок 2), полностью соответствующую реальной ситуации местности;

- помещения – используя данный продукт, мы получаем возможность наглядного представления внутренней конфигурации помещения и его габаритов (рисунок 3), что в будущем позволит перейти к иной, более наглядной, и информативной форме технического плана.

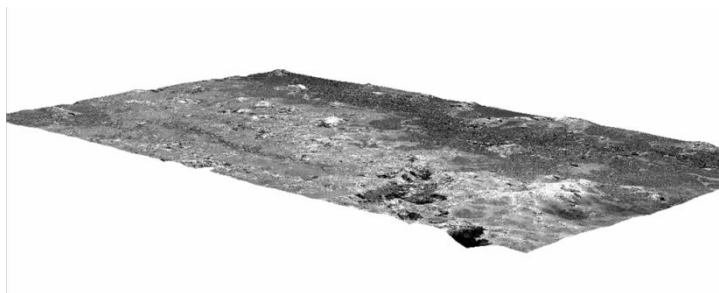


Рисунок 1 – Трехмерное представление рельефа земельного участка



Рисунок 2 – Трехмерная модель объектов капитального строительства

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что в Российской Федерации наступает благоприятный момент для создания и ведения трехмерного кадастра как более высокой ступени государственного кадастра недвижимости.



Рисунок 3 – Трехмерная модель помещения

1.3 Представление и модели географической информации в ГИС

Исходя из опыта создания трехмерного кадастра ряда европейских стран и учитывая, что в настоящее время при проектировании зданий или сооружений (будущих объектов кадастрового учета) широко используются автоматизированные системы трехмерного проектирования, можно предположить, что базой для трехмерного кадастра будут трехмерные геоинформационные системы.

Можно выделить основные структуры, которые позволяют ГИС обрабатывать географическую информацию:

- классы пространственных объектов;
- атрибутивные таблицы;
- растровые наборы данных.

Современный уровень развития технологий позволяет выполнять эту работу максимально оперативно. Технологическими решениями, признанными эффективными для получения пространственной информации при моделировании реальных объектов, являются аэрофотосъемка и трехмерное лазерное сканирование.

Данные для аэросъемочных работ – плановые аэрофотоснимки (рисунок 4), на основе которых в дальнейшем создают ортофотопланы.

Трехмерные модели получают путем стереоскопической обработки ортофотопланов, по которым легко измерять реальную высоту любого объекта. Для представления стен зданий и вертикальных поверхностей традиционно используются данные наземной фотосъемки. Такой способ сбора информации весьма трудоемкий, так как сфотографировать все фасады зданий крайне затрудни-

тельно.



Рисунок 4 – плановая аэрофотоснимка

Производители аэросъемочной аппаратуры предлагают принципиально новое решение – совмещение плановой и перспективной (наклонной) аэро-съемки. Это дает существенную экономию времени и ресурсов.

1.4 Примеры геинформационных систем

Популярность ГИС в России пришла примерно в начале 90-х годов. В этот период в России впервые появились геoinформационные технологии мировых производителей. Однако тогда мало кто использовал ГИС как самостоятельную технологию для разработки геoinформационных проектов.

В настоящее время все большую популярность среди ГИС специалистов получило создание трехмерных реконструкций городов, включающих значимые объекты культурного наследия, инфраструктуру, пространственное планирование, примеры трехмерных ГИС городов России.

Технологии, применяемые при моделировании подобных систем можно классифицировать по степени автоматизации, а именно:

- моделирование в ручном режиме, с использованием 3D редакторов;
- автоматическая генерация 3D моделей;
- полуавтоматическое создание 3D моделей.

Ручное моделирование требует много времени, однако степень детализации и интеграции атрибутов смоделированных зданий достаточно высока, в отличие от автоматических методов, в которых преобладает быстрая скорость,

однако низкое качество визуальной составляющей и самой геометрической модели.

Рассмотрим программные продукты, направленные на ручное создание моделей, используя библиотеки текстур и различные пространственные инструменты.

Типичным примером программного комплекса для ручного создания моделей зданий выступает Autodesk 3ds Max – профессиональный программный комплекс, позволяющий создавать трехмерные модели любой сложности с последующим экспортом в программные комплексы визуализации, проектирования и моделирования. Создание трехмерных моделей с помощью подобных редакторов – трудоемкий и долгий процесс, поэтому вводятся специализированные библиотеки однотипных зданий, текстур и элементов инфраструктуры. Основанная в 1982 г. корпорация Autodesk – крупнейший в мире поставщик программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации и развлечений

Так же как Autodesk 3ds Max в данный момент набирает популярность программное обеспечение от фирмы MAXON Cinema 4D универсальной комплексной программой для создания и редактирования трехмерных эффектов и объектов, которая позволяет рендерить объекты по методу Гуро.

Крупнейшим в мире поставщиком программного обеспечения для строительства и пространственного моделирования выступает корпорация Autodesk, которая в 1996 году выпустила AutoCAD Map, предназначенный для создания геоинформационных систем. Версия AutoCad Map 3D 2010 включает функции работы с облаками точек, позволяя визуализировать данные лазерного 3D сканирования (рисунок 5).

Данный метод позволяет выполнять построение обширных площадей промышленных, географических или иных объектов. Альтернативой является автоматизированное создание трехмерных карт территорий, основанных на распознавании объектов на аэрофотоснимках высокого разрешения, но скорость построения обоих методов заметно снижает качество конечного продук-

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		16

та, поэтому предпочтение отдается полуавтоматизированным или смешанным методам моделирования.

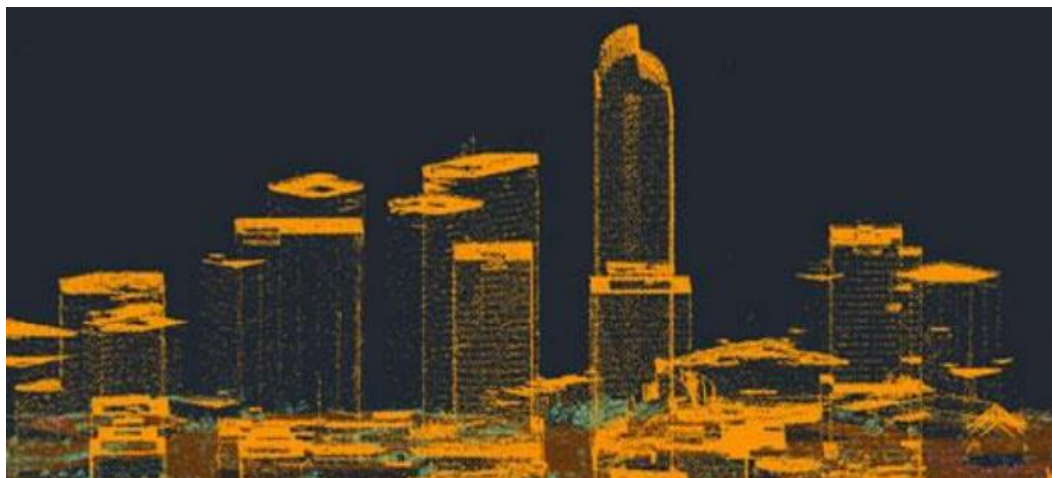


Рисунок 5 – Визуализация лазерного 3D сканирования AutoCAD Map 3D

Название ESRI – это аббревиатура от Environmental Systems Research Institute, что переводится как «Институт исследования систем окружающей среды». Первый коммерческий продукт ESRI – ARC/INFO – вышел в 1981 г. Сегодня ESRI является одним из лидеров в индустрии ГИС. Семейство разработанных компанией ESRI программных продуктов (ArcGIS) получило широкое распространение в мире и, в частности, в России.

Компания Intergraph (прежнее название компании – MS Computing Inc) была основана в том же 1969 г. и специализировалась на услугах консалтинга. Intergraph консультировала различные государственные учреждения по вопросам использования цифровых компьютерных технологий. Для удовлетворения запросов своих первых клиентов компания предложила технологии, которые позже были применены в графических системах – этот подход нашел отражение в названии компании, сложенном из слов Interactive и Graphics. В настоящее время Intergraph Corporation – всемирно известная организация-разработчик в области таких технологий, как компьютерная графика, геоинформационные системы, аппаратные ускорители компьютерной графики, полноценная среда для проектирования и твердотельного моделирования и многое другое.

Одновременно с ESRI и Intergraph были основаны английская Ferranti и

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

швейцарская Contraves (чуть позже к ним примкнули норвежская Koninglike Warpenfabriek и немецкая Messerschmidt-Boelkow-Bluehm). Ferranti предлагала геоинформационную систему для кадастрового картографирования в конце 70-х годов, но вскоре исчезла с рынка.

Изыскательские компании, например, Wild и Kern (которая позже объединилась с Leica), занялись созданием ГИС под влиянием успешного проекта в Базеле. Компании шли различными путями – одна из них адаптировала американские продукты для европейского рынка, вторая разрабатывала собственный продукт.

Одна из ведущих компаний в сфере разработки ГИС – MapInfo Corporation – была образована в 1986 г. Ее продукция включает настольную ГИС, различные картографические продукты, а также некоторые веб-приложения. Наиболее известным продуктом компании является ГИС MapInfo Professional. В России MapInfo Professional является одной из самых распространенных геоинформационных систем.

MapInfo Professional является настольной географической информационной системы (ГИС) и используется для отображения и анализа местоположения. MapInfo позволяет пользователям визуализировать, анализировать, редактировать, интерпретировать, понимать и выходные данные, чтобы выявить взаимосвязи, закономерности и тенденции. MapInfo позволяет пользователям исследовать пространственные данные в наборе данных, символизируют функции, а также создавать карты.

Компания Bentley Systems, Inc. (США) была основана в 1984 г. Ее специализация – комплексные ГИС-САПР-технологии. Первые десять лет существования Bentley была компанией одного продукта MicroStation – профессиональной, высокопроизводительной графической системы для 2D и 3D автоматизированного проектирования. С 1995 г. Bentley начала стремительно расширять сферу интересов и, соответственно, спектр предлагаемых программных продуктов. В настоящее время компания Bentley уделяет особое внимание технологии ГИС.

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		18

В России первый проект по созданию электронной план-схемы Новосибирска был реализован еще в 1993 году компанией Техноград, которая со временем была переименована в 2ГИС. 2ГИС создает электронные карты формата Shape, с добавлением в них низко-полигональных моделей.

Электронная карта формата SHAPE (рисунок 6) – это набор векторных данных, полученных в результате векторизации объектов космического снимка. Все объекты на карте разбиты на 10 слоев (границы населенных пунктов, границы административных районов, кварталы, границы площадных рек, границы линейных рек, железнодорожные станции, железнодорожные полотна, улицы, контуры зданий, мосты). Карта интегрируется в любую профессиональную ГИС систему (MAPinfo, ArcGIS, GPS MapEdit и т.п.).



Рисунок 6 – Электронная карта формата SHAPIE

До ребрендинга 2011 года продукты компании назывались ДубльГИС. Название отражало суть продукта: карта и справочник, то есть Геоинформационная система и городской информационный справочник.

В 2011 году компания провела ребрендинг. Полностью изменился фирменный стиль, а продукт получил название 2ГИС (ДваГИС). Компания придерживается 95% точности данных. Обеспечением этих показателей занимаются ГИС-специалисты, выверяющие карты на местности и контакт-центр, актуа-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

лизирующей информацию в справочнике.

Для каждой организации в справочнике приведены адрес, телефон, время работы, интернет-адрес и расположение входа в здание. Помимо этого, в так называемой карточке компании может содержаться информация, специфическая для рода деятельности организации

Поисковый движок 2ГИС может находить организации по запросам не только на русском, но и на языках остальных стран присутствия проекта. Также он находит здания по «народным» названиям.

Карты 2ГИС отрисовываются на основе спутниковых снимков территории, а затем выверяются специалистами - «пешеходами». Трехмерные модели зданий изготавливаются на основе снимков строения с нескольких ракурсов. 2ГИС первой из российских компаний, занимающихся электронными картами, стала собирать информацию о расположении входов в организации.

2 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОДСИСТЕМЫ

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		20

При разработке ГИС учитываются общие свойства систем: система представляет собой набор определенных компонентов; составные компоненты логически взаимосвязаны между собой и системой в целом. Наряду с общими свойствами ГИС, необходимо учитывать ее специфические особенности:

- 1) общее предназначение ГИС в АСУ и ее отдельных подсистем;
- 2) сложная модель и структура ГИС;
- 3) наличие большого количества составных элементов, взаимосвязанных между собой потоков посредством данных;
- 4) функционирование ГИС в условиях взаимодействия с внешней средой;
- 5) гибкость структуры и алгоритмов управления данными на всех уровнях;
- 6) наличие специалистов (операторов) в качестве элемента управления и взаимодействия его с ГИС в процессе выполнения функций управления.

Проектирование является ответственным и сложным этапом при создании ГИС. При этом изучаются и анализируются потоки картографической информации, формулируются пользовательские задачи, соответствующие задачам управления, определяются потребности в геоинформации для их решения.

Информационное обеспечение проектируемой ГИС должно включать всю совокупность картографических данных, образующихся в этой системе.

В зависимости от предназначения, в любой ГИС можно выделить функциональные и обеспечивающие подсистемы, которые способствуют развитию и эффективному использованию системы в целом и отдельных ее частей.

Информационные связи в ГИС реализуются в процессе сбора (получения), регистрации первичной информации, подготовки входных массивов, передачи данных, накопления, хранения и обработки информации, выдачи ее пользователям, выпуска выходных документов, используемых для выработки управляющих решений. Пример взаимодействия функциональных подсистем показан на рисунке 7.

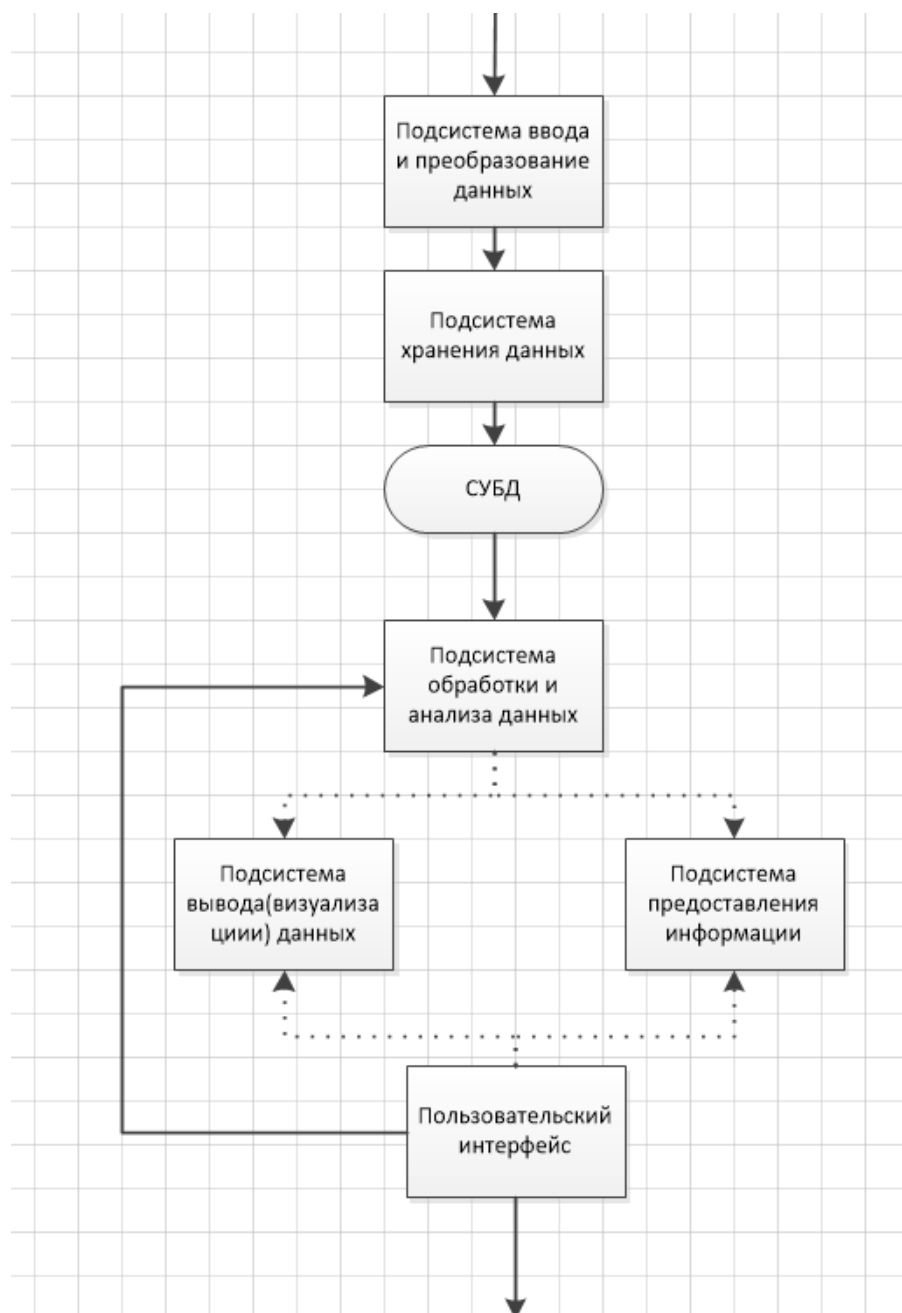


Рисунок 7 – Взаимодействие функциональных подсистем

Современные информационные технологии рассматривают технологические процессы как комплекс последовательных преобразований первичной и промежуточной информации в результатную с их контролем и фиксацией на машинных носителях с помощью технических средств. В процессе таких преобразований информация изменяет свои количественные и качественные показатели в зависимости от потребителя результатной информации.

2.1 Подсистема ввода и преобразования данных

Исходными данными служат карты, планы, снимки. Источниками сведе-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ний при создании конкретной системы могут быть кроме карт также другие внешние источники, позволяющие получить цифровые данные.

Чаще всего такими источниками являются другие ГИС, в которых необходимые данные уже имеются, или универсальные программы ввода информации. В этом случае информация передается или через обменные форматы, или (если это позволяют системы) импортируется из них в форматы создаваемой системы, или, наконец, используется в формате исходной системы без конвертации, если программные средства создаваемой системы имеют специальные модули или драйверы, обеспечивающие работу с данными в форматах других систем.

2.2 Подсистемы обработки и анализа ГИС

Основная функциональная задача этой подсистемы – создание целостного информационного цифрового образа исследуемого объекта или явления на основе преобразования графической информации в цифровой вид и ввода ее в компьютер.

2.3 Подсистемы вывода (визуализации) данных

Она служит для вывода изображений на экран монитора или печатающие устройства, что позволяет выполнять следующие действия: создание диаграмм; вывод статистических данных; создание картографической продукции; совмещение этих результатов в отчетах и т.д.

Первые попытки вывести изображение при помощи ЭВМ на каком-либо автоматическом устройстве были предприняты тогда, когда класс больших ЭВМ стали снабжать быстродействующими алфавитно-цифровыми печатающими устройствами. Такое устройство, как и обычная пишущая машинка, печатало литерами букв, поэтому для того, чтобы получить изображение на печатающем устройстве, необходимо закодировать рисунок и для более темных мест на изображении подобрать более темные надписи, для более светлых – светлые надписи или служебные знаки. В результате получались схематические чертежи. Позже для класса средних и малых ЭВМ стали выпускать печатающие устройства, в которых буквы и цифры набирались из несколько рядов мелких

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		23

точек, образуя некоторое подобие матрицы.

В большинстве случаев принтеры используют при выводе малоформатной документации (текстовые документы, небольшие одноцветные чертежи, схемы).

Для вывода широкоформатных чертежей в цвете широко используют устройства, получившие название плоттеров. По принципу построения изображения различают векторные (перьевые) и растровые плоттеры. Из-за низкой производительности векторных плоттеров (динамические характеристики которых достигли своего предела) практически все известные фирмы прекратили их производство. Тем не менее этот тип плоттеров не потерял свою актуальность в высокоточном производстве (точностные характеристики выше, чем в растровых плоттерах). Среди растровых технологий (электростатических, лазерных, термотехнологий) особо выделяются плоттеры со струйной технологией печати. При выводе чертежей, карт, схем повышенной сложности, насыщенных цветными элементами, струйные плоттеры намного эффективнее растровых.

2.4 Подсистема хранения данных

Она служит для организации хранения и обновления баз данных с помощью систем управления ими.

Для работы с файлами баз данных необходима система управления базой данных – один из основных компонентов ГИС, в значительной степени определяющий эффективность работы ГИС. СУБД ГИС осуществляет автоматический поиск в базе данных информации, необходимой для обработки пользовательских запросов. Возможности СУБД, а также структура базы данных и объем содержащейся в ней информации фактически определяют уровень сложности пользовательских запросов, которые система может обработать.

Различная природа пространственных (графических) и атрибутивных данных определяет проблему управления этими данными. В современных ГИС решения ее различны, при этом каждый из подходов имеет свои достоинства и недостатки.

Большинство современных ГИС имеет две отдельные СУБД для графиче-

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		24

ских и семантических (атрибутивных) данных. СУБД семантических данных должна иметь интерфейс с СУБД графических (картографических) данных, которая должна обеспечить: хранение и манипулирование точечными, линейными и площадными графическими объектами; многоуровневое (послойное) представление графических данных; произвольную выборку и отображение любых фрагментов графических изображений. Такой подход имеет ряд недостатков: необходимость назначения топологических связей между графическими объектами и их семантическими описаниями; недостаточную гибкость табличной организации семантических данных; неспособность распознавать иерархические отношения классов объектов. Кроме того, СУБД пространственных и атрибутивных данных целиком совмещена, это затрудняет манипулирование атрибутивными данными, поскольку их структура нереляционная. Указанные недостатки можно устранить, применив объектно-ориентированный подход при проектировании базы данных ГИС.

При выборе СУБД руководствуются следующими требованиями:

- 1) возможность оперировать данными разного типа;
- 2) наличие языка запросов высокого уровня;
- 3) хранение данных в одном из стандартных форматов или наличие конструктора для соответствующих преобразований;
- 4) наличие возможностей работы в сетях;
- 5) наличие возможности обработки больших объемов информации;
- 6) наличие системы разграничения доступа к информации; наличие системы разграничений по функциям обработки информации;
- 7) наличие системы защиты данных от потерь из-за технических сбоев.

2.5 Подсистема предоставления информации

Она предназначена для оперативного предоставления данных по запросам пользователей ГИС. Проблема выбора языка запросов в последние годы – одна из самых актуальных. В данной подсистеме также определяются условия и режимы предоставления информации по запросам пользователей, осуществляется защита от несанкционированного доступа.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		25

Пользовательский интерфейс. Он должен отвечать требованиям физического и психологического комфорта пользователя, быть эффективным, быстродействующим, обладать возможностями адаптации для конкретного пользователя, сочетать возможности интерактивного ввода, текстовых и графических меню. Пользовательский интерфейс должен обеспечить многооконное отображение графических данных с возможностью открытия неограниченного числа окон, связывать с окнами как различные изображения, так и фрагменты одного и того же изображения, представленные в разных масштабах. Эффективность и быстродействие пользовательского интерфейса должны обеспечиваться за счет максимального использования возможностей, предоставляемых аппаратным обеспечением (пространственное и цветовое разрешение графических адаптеров, графические сопроцессоры) и системным программным обеспечением (многооконные графические среды, интегрированные оболочки программирования). Пользовательский интерфейс должен иметь доступ к встроенной и развитой системе помощи.

3 РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		26

3.1 Описание 021 квартала города Благовещенска

Объектом исследования для разработки информационной подсистемы служит 021 квартал города Благовещенска, объектом проектирования будем считать структуру улиц и информационный справочник о квартале, связанных с трехмерной картой данного объекта.

3.1.1 Особенности архитектуры зданий и сооружений 021 квартала города Благовещенска

Граница 021 квартала следует от пересечения улиц Текстильная и Новотроицкое шоссе 1км. до пересечения Текстильная - Пионерская. Затем граница следует на юг до пересечения улиц Пионерская - Гражданская и продолжается по улице Гражданская до пересечения с Новотроицким шоссе 1км. Визуально увидеть можно на кадастровой карте города Благовещенск (рисунок 8)

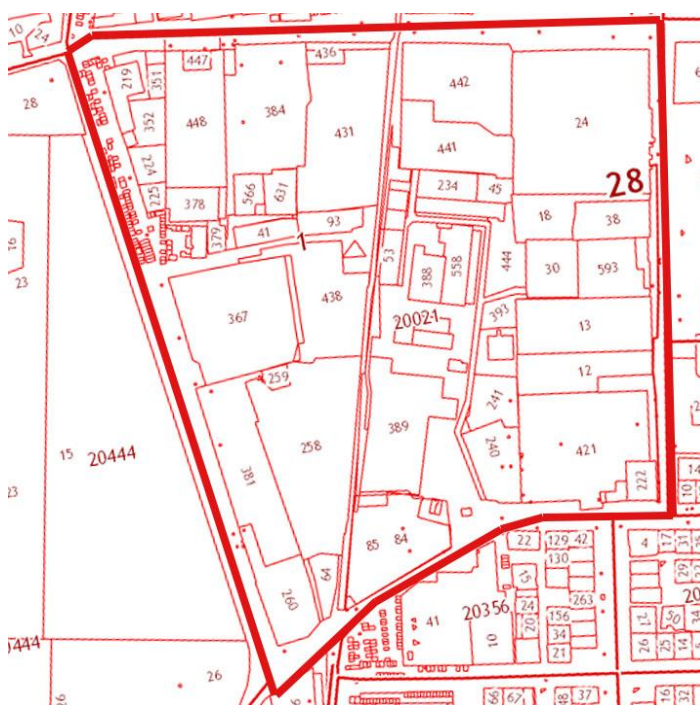


Рисунок 8 – 021 квартал на кадастровой карте

021 квартал города Благовещенска является торговым кварталом с четырехсторонней застройкой. На его территории находятся административные и коммерческие здания, а так же склады и гаражи. Средняя этажность зданий

равна 2 этажам. В квартале преобладают многоэтажные здания, предназначенные для общественных и иных организаций и учреждений, Большинство которых являются типовыми и кирпичного типа.

3.1.2 Особенности ландшафта 021 квартала города Благовещенска

Ландшафт – конкретная территория, однородная по своему происхождению, истории развития и не делимая по зональным и азональным признакам. Ландшафт в научном понимании, это генетически однородный территориальный комплекс, сложившийся только в ему свойственных условиях, которые включают в себя: единую материнскую основу, геологический фундамент, рельеф, гидрографические особенности, почвенный покров, климатические условия и единый биоценоз.

021 квартал города Благовещенска находится на равнинной территории. Средний уровень 021 квартала над уровнем моря равен 134 метрам. Примером может послужить профиль высот (Рисунок 9). Было выбрано 10 точек высот произвольно по 021 кварталу, визуально это было показано на карте (Рисунок 10).

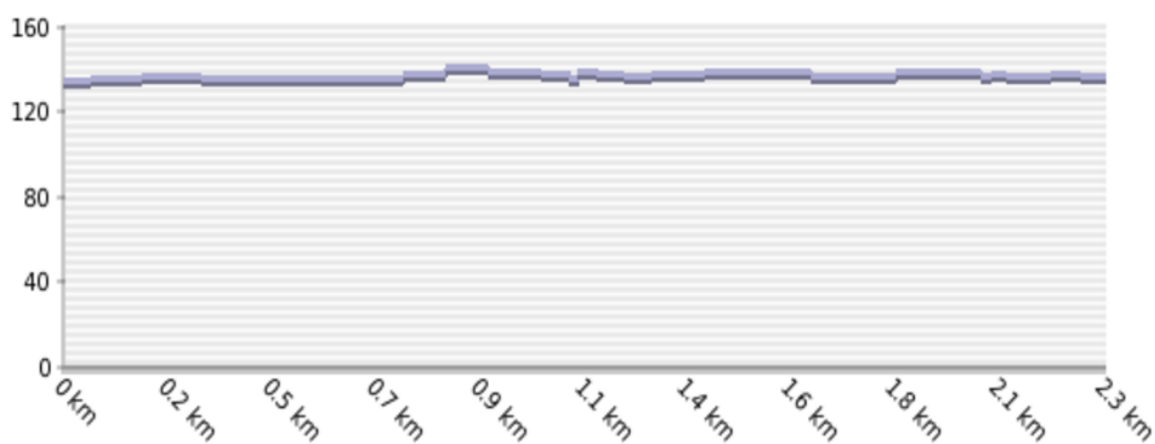


Рисунок 9 – Профиль высот

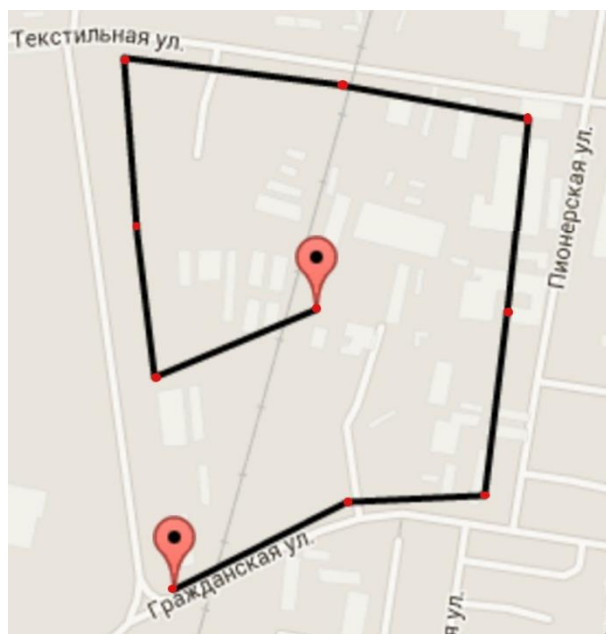


Рисунок 10 – Карта 021 квартала с отображением точек высот

3.2 Проектирование подсистемы 3D-моделей зданий

Процесс создание трехмерной низко-полигональной модели здания можно разбить на несколько последовательных этапов:

- 1) оценка размера и масштаба здания;
- 2) моделирование низко-полигональной основы;
- 3) создание UV-развертки и текстурирование.

Готовая модель экспортируется в формат FBX и импортируется в Unity 3D.

3.2.1 Технология проектирование 3D-моделей зданий

Основу 3D ГИС 021 квартала города Благовещенска составляют низко-полигональные трехмерные модели зданий, созданные в 3D редакторе CINEMA 4D. Процесс моделирования зданий можно разделить на несколько этапов, включающих создание основной модели с UV разверткой, создание синтетической текстуры с присвоением к развертке и пространственная привязка модели к графической подложке.

3.2.1.1 Создание низко-полигональной модели

Низко-полигональные трехмерные модели используются когда в силу каких-либо обстоятельств не требуется высокая детализация. Также низко-

полигональные модели используются, если приемлемое качество визуализации может быть получено с меньшими затратами используя дополнительные методы компьютерной графики (например, карты нормалей). Кроме этого стоит отметить, что увеличение числа полигонов в модели приводит к необходимости использовать дополнительные ресурсы для их обработки (больше вычислений, увеличение занимаемого объема памяти). В связи с этим, на мобильных платформах (ARM, Tegra и др.), где ресурсы существенно ограничены, широко применяются низко-полигональные модели.

Чётких критериев определения низко-полигональности не существует. Под низко-полигональными моделями понимаются модели, состоящие из минимального числа полигонов, достаточного для визуального восприятия трехмерного объекта. Как правило, это трехмерные модели объекта адаптированные для приложений визуализации реального времени.

В настоящее время, получившие распространение трехмерные ГИС системы хранят представление о трехмерных объектах в виде координат вершин объекта, векторном виде или, реже, в полигональном (Рисунок 11), что позволяет оптимизировать работу ГИС в местах крупного скопления трехмерных объектов и уменьшить объем используемой памяти баз данных.

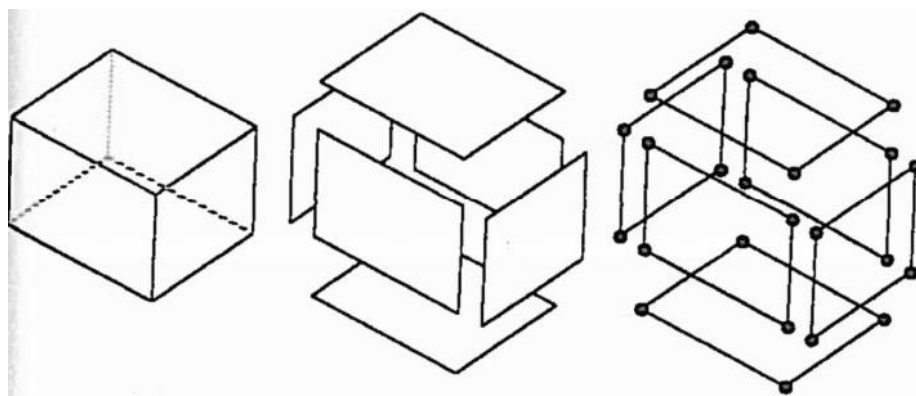


Рисунок 11 – Схематичное представление трехмерной модели в базе данных ГИС

Существует несколько языков представления трехмерных объектов, но среди них можно выделить наиболее распространённые – это FME и CityGML.

Язык FME предназначен для хранения и конвертации пространственных данных с привязанными системами координат, данные экспорта и импорта трехмерных представлений объектов.

Язык CityGML в свою очередь базируется на создании XML файлов, хранящих данные о трехмерных моделях зданий в векторном виде, включая атрибуты объекта, язык является стандартом Open Geospatial Consortium от 2008 года. На рисунке 3 приведены примеры моделей FME и CityGML.

CityGML основана на богатых, общего назначения информационной модели в дополнение к геометрии и графики содержимого, что позволяет использовать виртуальный 3D модели города для анализа сложных задач в различных доменах приложений как моделирование, городских данных интеллектуального анализа, управление недвижимостью и тематические запросы.

CityGML реализован как модель открытых данных и XML-формат для хранения и обмена виртуальный город 3D моделей. Он реализован в виде схемы приложения для языка разметки География версия 3.1.1 (GML3), расширяемая Международный стандарт для обмена пространственными данными, выданные открытого геопространственного консорциума (OGC) и ISO TC211. CityGML является официальным стандартом OGC и могут быть использованы бесплатно.

CityGMLWiki является открытым порталом публиковать и делиться информацией о CityGML. Однако это не официальный сайт CityGML. Вы можете найти Официальный сайт CityGML на <http://www.citygml.org>.

Все трехмерные модели корпусов и остальных объектов хранятся в формате FBX (Filmbox), данный формат позволяет обеспечить максимальную совместимость программ трехмерного моделирования между собой и с другими программными пакетами, в нашем случае с Unity 3D. Кроме геометрических данных модель формата FBX хранит данные об анимации (FbxAnimStack), текстурах (Fbx-FileTexture), костях (FbxArmatureAndBones) и материалах (FbxSurfaceMaterial). Хранение FBX возможно в виде бинарного кода или ASCII данных.

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		31

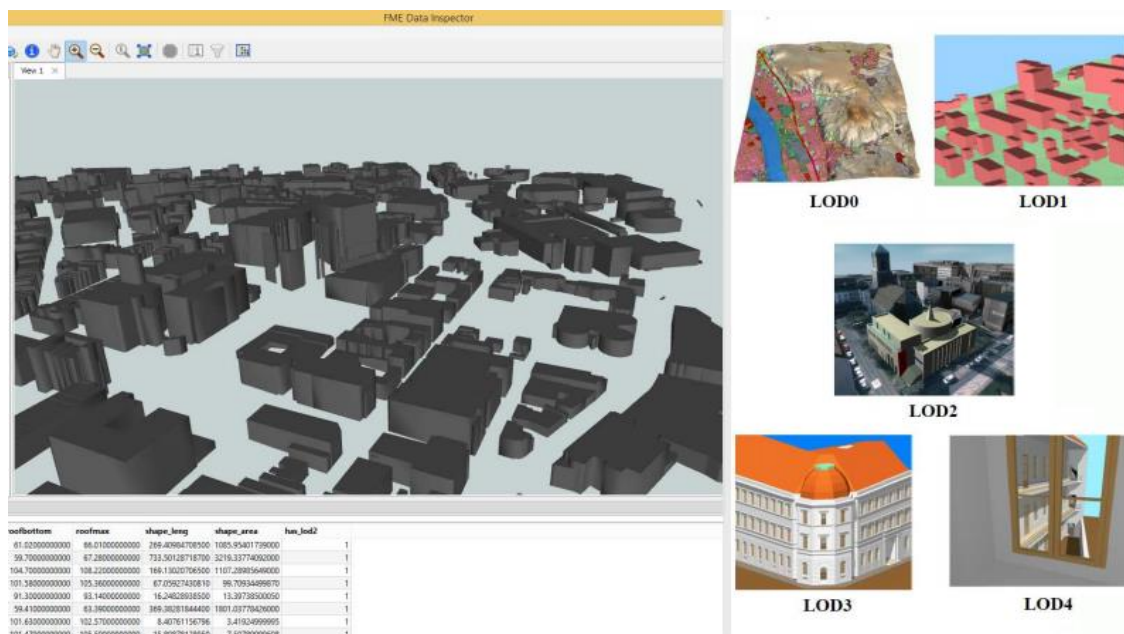


Рисунок 12 – Представление модели на языке FME (слева) и модели на языке CityGML (справа)

Технология создания низко-полигональных моделей в данной работе основывается на использовании приближенных очертаний здания, составляющих каркас модели. Детали, требующие дополнительных полигонов, например, окна и балконы, заменяются на синтетическую текстуру, ввиду отсутствия необходимости в детализированном моделировании и для оптимизации работы приложения. Этот принцип соответствует стандартам FME и CityGML.

Все трехмерные модели зданий на карте имеют тег Static (статический), означающий отсутствие перемещений модели в процессе работы приложения, что позволяет уменьшить нагрузку на видеоадаптер персонального компьютера и повысить производительность приложения ГИС. Кроме того модели FBX хранятся в визуализаторе в виде GameObjects, объектов для которых доступен набор специализированных функций, например присвоение триггерной зоны, Mesh Render, присвоение скриптов и другие. GameObject с присвоенными ему свойствами и компонентами можно сохранить для последующего использования в шаблонный тип объекта Prefabs.

3.2.1.2. Реализация синтетической текстуры

Визуальная схожесть трехмерных моделей зданий с реальными аналогами

зданий обеспечивается применением синтетическо-фотореалистичной текстуры, создаваемой на основе фотографий объектов, шаблонных текстур различных поверхностей или их совмещением.

При конструировании синтетическо-фотореалистичных 3D моделей городов используются следующие основные наборы данных:

- 1) цифровая модель рельефа местности;
- 2) 3D информация о поверхностных объектах;
- 3) наземные, аэро-, ортофото- и космические снимки.

Цифровые модели рельефа используются для моделирования поверхности конструируемой сцены, а информация с 2D карт и ГИС - для определения “отпечатков” зданий (местоположения оснований на поверхности). Различные снимки предоставляют информацию о высоте зданий и прочих объектов и являются основой для определения их геометрии и фототекстурирования. Для более точного определения местоположения объектов в заданной системе координат и для определения их реальных размеров могут проводиться дополнительные натурные измерения.

Текстура формируется на основе UV-преобразования между координатами поверхности трехмерной модели здания и координатами текстуры-каркаса, с размеченными областями, пример UV-преобразования представлен на рисунке 13. UV-преобразование или развёртка в трёхмерной графике – соответствие между координатами на поверхности трёхмерного объекта (X, Y, Z) и координатами на текстуре (U, V). Значения U и V обычно изменяются от 0 до 1.

Развёртка может строиться как вручную, так и автоматически – например, в 3D Studio MAX есть несколько алгоритмов автоматического развертывания модели. Геометрию модели местности определяет система координат, в которой создана цифровая модель поверхности. Выбор местной прямоугольной системы координат позволяет упростить совмещение моделей местности и городских объектов, которые создаются в прямоугольной системе координат.

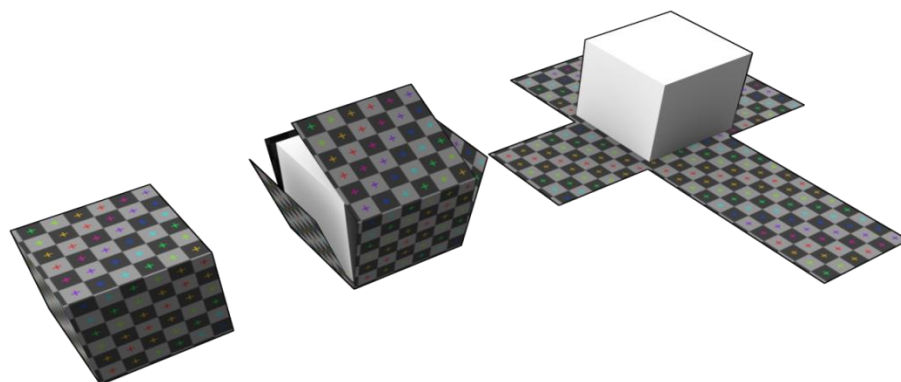


Рисунок 13 – Пример UV-преобразования трехмерных координат в двумерные координаты текстурного каркаса

Текстура редактируется в графическом редакторе Photoshop, с последующим сохранением в формат JPG . На основе сохраненной UV-развертки осуществляется корректировка фото материала и создание искусственных деталей, например, балконов, окон и теней от них.

Максимальное разрешение текстуры для Unity 3D составляет 4096 пикселей по большей стороне, но для обеспечения лучшей производительности текстуры сжимаются до 2048 пикселей или меньше. Текстура непосредственно в визуализаторе Unity 3D имеет несколько параметров настройки, особо значимы из них:

- фильтр отображения, применяющий точечную фильтрацию, билинейную или трилинейную;
- дальность применения анизотропного фильтра;
- максимальный размер текстуры;
- формат сжатия цветовой палитры текстуры (сжатый, 16 бит, исходный).

3.2.1.3 Пространственная привязка моделей на карте

Профессиональные трехмерные ГИС используют привязку аэрофотоснимков и моделей по геодезическим и локальным координатам объектов. В нашем случае данный метод не подходит, так как размеры ограничены одним городским кварталом. Исходя из этого привязка моделей на картографической подложке осуществляется по примерным локальным координатам объектов на

аэрофотоснимке. Первоначально определяются объекты моделирования, в нашем случае сооружения, которые входят в состав 021 квартала города Благовещенск, после чего производится разметка аэрофотоснимка с подсчетом высоты здания. Фрагмент аэрофотоснимка с данной разметкой приведен на рисунке 14.

Процесс оценки масштаба происходит в ручном режиме, на начальных этапах моделирования возможно использование аэрофотоснимка в качестве черновой подложки при создании каркасов моделей корпусов в трехмерном редакторе. Сплайновый контур будущих моделей может не совпадать с точными аналогом, так как за основу берется огрубленная низко-полигональная модель, исключая архитектурные детали, которые возможно заменить искусственной текстурой.

Моделирование корпусов происходит по отдельности, но с учетом добавления будущей модели на общую подложку. Предварительная сборка производится в трехмерном редакторе CINEMA 4D.

Размеченный аэрофотоснимок составляет часть будущей подложки трехмерной карты 021 квартала города Благовещенска, что обеспечивает сравнительно высокую точность и реалистичность привязки будущих моделей корпусов больницы. Unity 3D имеет свою систему локальных и глобальных координат в соответствии с пропорциями трехмерной модели, исходя из этого моделирование производится в едином масштабе, после чего масштаб графической подложки и готовых моделей масштабируется к постоянной величине.

В трехмерном редакторе CINEMA 4D при моделировании зданий используется метровая система измерений, что позволяет достаточно точно задавать высоту здания исходя из стандартных размеров перекрытий около 27 метров.

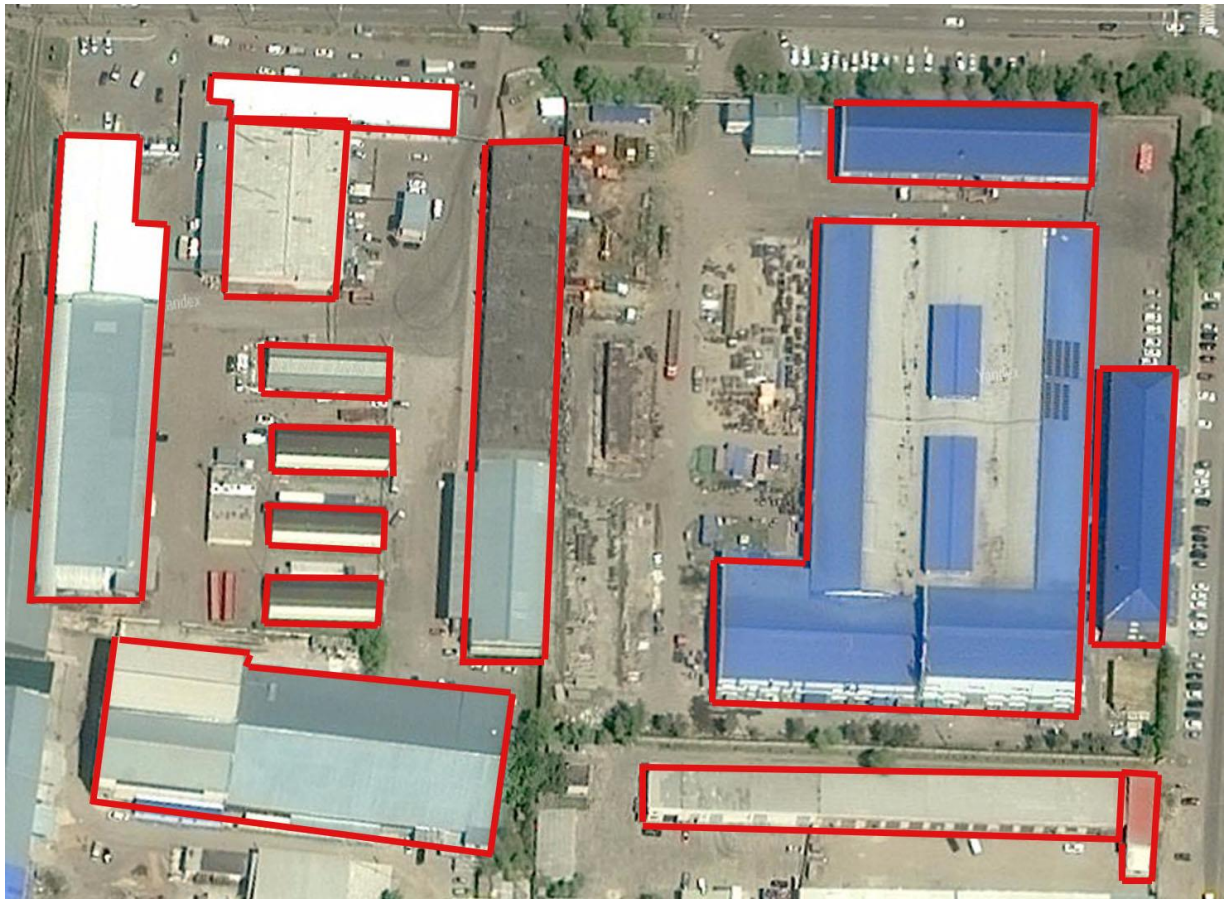


Рисунок 14 – Разметка зданий на аэрофотоснимке, для последующей привязки и моделирования

Данная система измерений одина для всех моделей, поэтому конечная сцена на трехмерной карте сравнительно точно передает реальный масштаб и пропорции зданий. На рисунке 15 изображен фрагмент трехмерной карты с размещенными моделями, как видно – размеры зданий вполне совпадают с их реальными аналогами, этого вполне достаточно для визуального опознавания и ориентирования пользователей.

В данном случае масштаб трехмерной карты можно считать относительным, так как не используется привязка к геоинформационным координатам.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дата

ВКР.125025.09.03.03.ПЗ

Лист

36

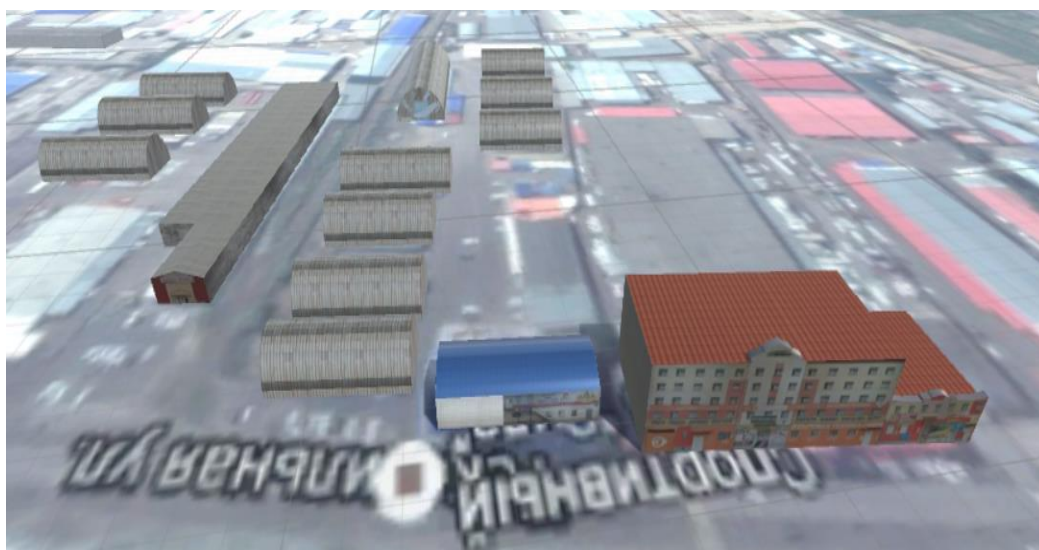


Рисунок 15 – Фрагмент трехмерной карты с размещенными моделями

3.2.2 Расчет размеров будущих моделей

Разрабатываемая 3D ГИС не имеет BIM направленности, так как при моделировании зданий не учитываются все архитектурно-конструкторские и технологические свойства объекта. Главная цель визуальной составляющей при моделировании является внешнее сходство с реальными аналогами, но не полное сходство в мелких деталях. Исходя из этого при оценке размеров моделируемого здания учитывается приближенный размер здания по аэрофотоснимку, а высота рассчитывается по стандартному размеру перекрытий в 2,7 метра, количество этажей подсчитывается в ручном режиме по фотоснимкам или при обследовании объекта. Данный процесс изображен на рисунке 16, для примера выбрано здание находящаяся по адресу Текстильная 116, аэрофотоснимок использовался с Яндекс карт.

Учитывая количество этажей в здании равное 5 мы получаем примерную высоту моделируемого здания в 13,5 метров. Учет длины и ширины здания производится по аэрофотоснимку, используя его в качестве подложки в 3D редакторе создается каркас модели.

После успешного определения размеров и пропорций будущей модели следует этап моделирования. Стоит заметить, что не смотря на приближенные методы определения размеров зданий конечная 3D карта выглядит пропорциональной и визуально схожей с реальными аналогами.

После подготовки всех моделей осуществляется сборка сцены непосредственно в трехмерном редакторе CINEMA 4D, если модели соответствуют реальным пропорциям относительно друг друга, то производится экспорт всех зданий по отдельности в визуализатор для последующей сборки и расстановки.

3.2.4 Создание UV-развертки и текстурирование

UV-развертка или UV-преобразование – соответствие между координатами на поверхности трехмерного объекта и координатами на текстуре. Существует несколько типов UV-развертки, но в нашем случае из за использования простейших геометрических форм объектов используется кубическая развертка, с пропорциональным разделением. В качестве примера приведена развертка модели здания находящаяся по адресу Текстильная 116 на рисунке 17.

Современное трёхмерное аппаратное обеспечение считает, что UV-преобразование в пределах одного треугольника является аффинным – поэтому достаточно задать U и V для каждой вершины каждого из треугольников. Впрочем, как именно стыковать треугольники друг с другом, выбирает 3D-моделер, и умение строить удачную развёртку – один из показателей его класса.

Важным условием является соблюдение пропорций полигональных зон при создании UV-развертки, так как текстура должна иметь одинаковый масштаб для всей модели, поэтому используется ручное масштабирование зон развертки.

Для уменьшения конечного размера текстуры здания используется положение полигонов развертки, если они совпадают по содержанию, например стены здания используют дублирующую отраженную текстуру.

Полученная UV-развертка экспортируется в формат *.PSD, для редактирования в графическом пакете Adobe Photoshop. Создание текстуры в редакторе осуществляется на основе собранного фото материала, а при его отсутствии по типовым текстурам отдельных частей здания, то есть создается синтетическая искусственная текстура из библиотечных наборов.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		39

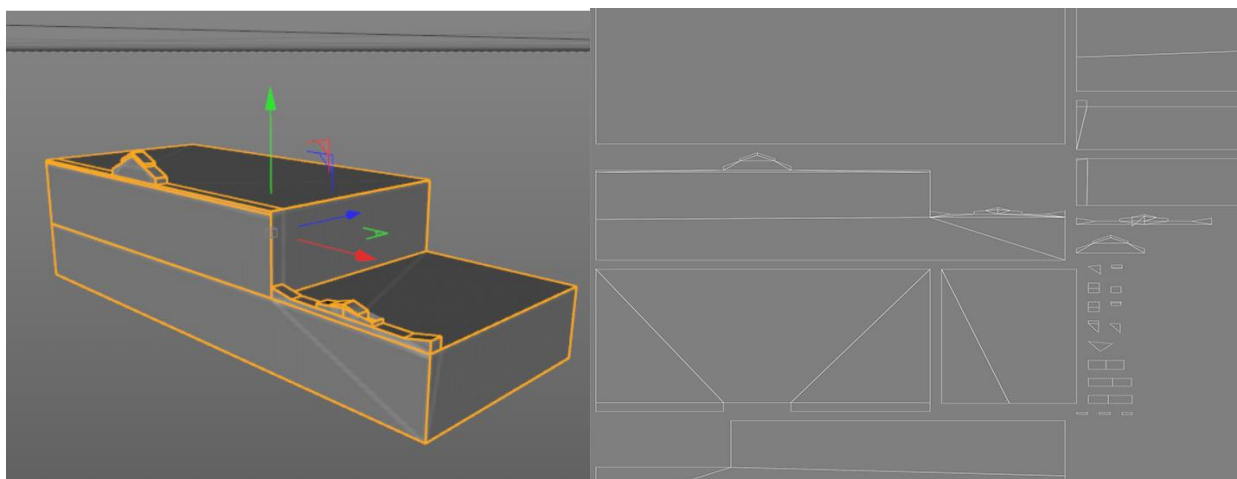


Рисунок 17 – UV-развертка здания

Одним из полезных инструментов, при текстурировании, является Яндекс карты, предоставляющие доступ к полноразмерным панорамам улиц большинства крупных городов всего мира. Это помогает при моделировании, расстановке моделей и текстурировании, так как фотоматериал имеет высокое разрешение и некоторые фотографии могут использоваться для создания синтетической текстуры.

Большинство текстур 021 квартала города Благовещенск имеет текстуры, основанные на фотографиях, учитывая однотипность многих зданий это упростило работу по текстурированию моделей. Ещё одной особенностью является максимальный размер текстуры для Unity 3D в 4096 пикселей.

Готовая текстура экспортируется в CINEMA 4D в формате *.jpg и присваивается соответствующему материалу текстурируемой модели. На этом этап создания низко-полигональной модели заканчивается – модель готова к экспорту в визуализатор Unity 3D. На рисунке 18 приведена готовая к экспорту модель здания 021 квартала города Благовещенск, находящиеся по адресу Текстильная 116.



Рисунок 18 – Финальный вариант модели здания

3.3 Проектирование базы данных 021 квартала города Благовещенск

База данных является информационным ядром 3D ГИС, так как обеспечивает хранение и доступ к информации об 021 квартале города Благовещенск. Для связи базы данных SQLite и визуализатора Unity 3D необходимо создать SQL-запрос к данным и связанный с ним C# скрипт, обеспечивающий вывод информации в пользовательский интерфейс, данный процесс схематически представлен на рисунке 19.

База данных представляет собой реляционную структуру, описывающую связь зданий с информацией. Формирование структуры базы данных и её заполнение производится в специализированной СУБД для баз данных SQLite – SQLite DOG. Предварительное проектирование производится в ERwin Data Modeler. 4.

AllFusion ERwin Data Modeler (ранее ERwin) – CASE-средство для проектирования и документирования баз данных, которое позволяет создавать, документировать и сопровождать базы данных, хранилища и витрины данных.

AllFusion ERwin Data Modeler (ранее ERwin) – CASE-средство для проектирования и документирования баз данных, которое позволяет создавать, документировать и сопровождать базы данных, хранилища и витрины данных.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		41

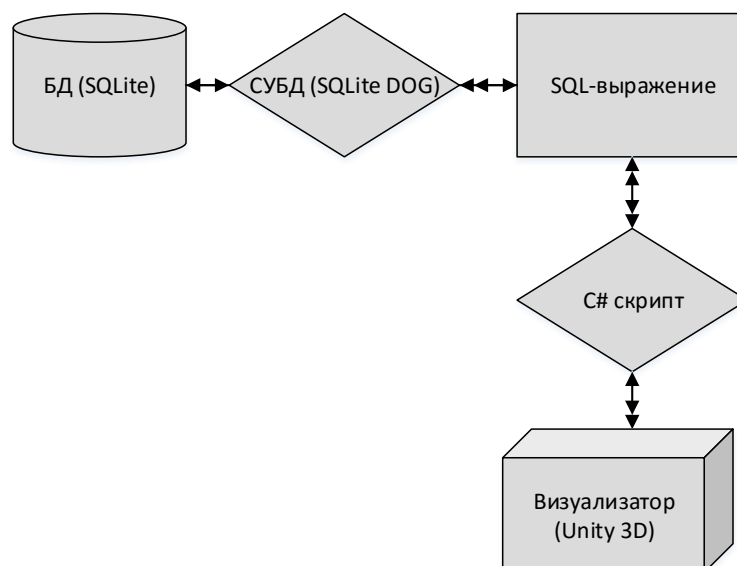


Рисунок 19 – Процесс выборки информации из базы данных и передачи в пользовательский интерфейс визуализатора

Логическая и физическая модель базы данных 021 квартала города Благовещенск приведена на рисунках 20 и 21. Основной функцией приложения является предоставление доступа к информации о здании, о компаниях, расположенных в зданиях 021 квартала города Благовещенск.

В результате анализа структуры предприятия были определены основные сущности будущей базы данных:

- 1) сущность «Здание» содержит информацию о номере дома, название улицы, на которой здание находится, описание здания и организации, находящиеся в данном здании, осуществляет связь с 3D моделями ГИС;
- 2) сущность «Описание» содержит информацию о типе здания и о количестве этажей;
- 3) сущность «Адрес» содержит информацию о номере дома и названия улицы;
- 4) сущность «Организации» содержит список организаций, часы их работы и номер контактных телефонов;

Схема базы данных непосредственно в СУБД SQLite DOG будет иметь вид, представленный на рисунке 22.



Рисунок 20 – Графическое представление логической модели

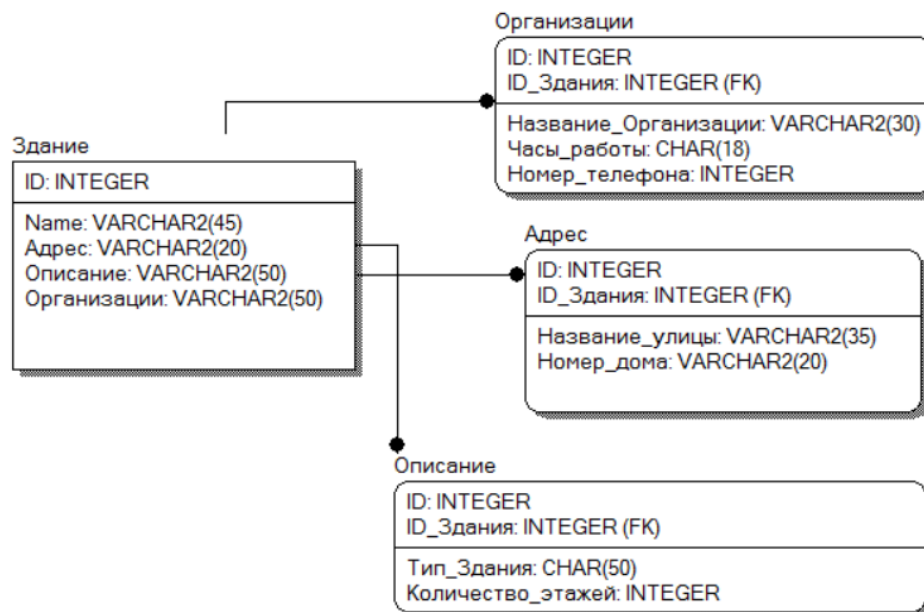


Рисунок 21 – Графическое представление физической модели

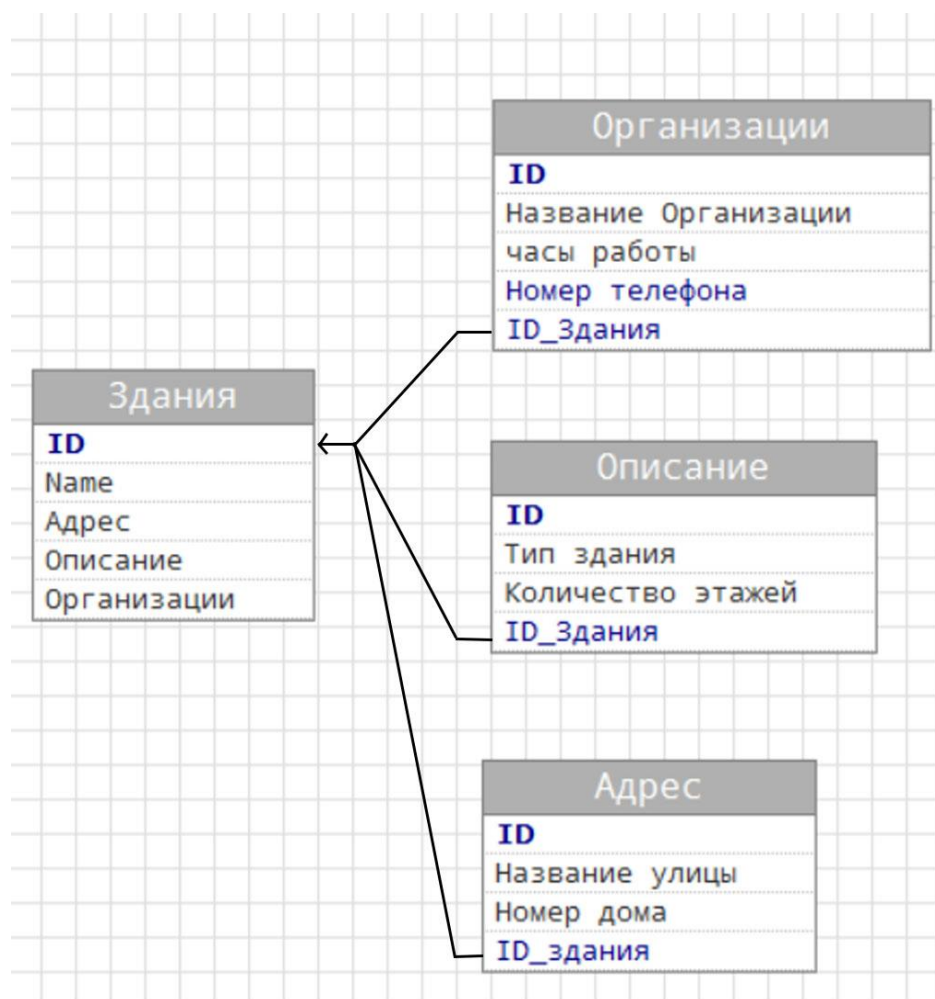


Рисунок 22 – Диаграмма базы данных 021 квартала города Благовещенск после проектирования в СУБД SQLite DOG

Основными типами данных в SQLite базе данных будут: TEXT и NUMERIC. Сформированная база данных помещается в папку проекта Unity 3D, для связи с визуализатором посредством создания скриптом на языке C#, так же после компиляции база данных копируется в рабочую папку приложения.

Визуализаторы – это компоненты пользовательского интерфейса отладчика Visual Studio. Визуализатор создает диалоговое окно или другой элемент интерфейса, в котором переменная или объект отображается способом, подходящим для этого типа данных. Например, HTML-визуализатор интерпретирует строку HTML и отображает результат в том виде, в каком она будет выглядеть в окне браузера; визуализатор точечных рисунков распознает структуру точечного рисунка и отображает его.

3.4 Создание карты-подложки и расположение 3D моделей

Расположение моделей на карте и создание карты-подложки можно разделить на три этапа:

1) Текстура подложки в формате *.jpg присваивается модели плоскости (Plane), с установкой компонента BoxCollider, для проверки столкновений при навигации.

2) Импортированные модели в формате *.fbx перемещаются в иерархический список объектов на сцене с присвоением каждому объекту BoxCollider, для проверки нажатия на модель и обработки обращения к базе данных. Также каждая модель содержит C# скрипт обработчика нажатий Find_game_obj_click и скрипт отображения имени объекта GUINAME.

3) Заключительный этап – расположение моделей на карте-подложке согласно их реальному расположению, учитывая ранее созданную сборку в 3D редакторе CINEMA 4D.

После расположения зданий на сцену добавляются мелкие детали окружения, такие как дороги и деревья.

Стоит отметить, что расположение объектов на карте осуществляется инструментами, имеющими функционал навигационных инструментов стандартного 3D редактора, это перемещение, вращение и масштабирование. Перемещение объектов возможно как с привязкой к глобальной сетке сцены, так и с привязкой к поверхности других моделей, что помогает привязать модели точно к поверхности карты-подложки.

3.4.1 Проектирование пользовательского интерфейса

При создании пользовательского интерфейса использовались библиотеки Unity UI – user interface (интерфейс пользователя). Основными компонентами пользовательского интерфейса в Unity 3D выступают:

1) Canvas – область, включающая в себя все элементы UI, в тоже время является объектом сцены. Все элементы UI должны быть дочерними объектами относительно Canvas;

2) EventSystem – объект включающий в себя компоненты обработчика

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		45

нажатий на элементы UI, настройки клавиш активации окон и мультинажатий;

3) Элементы UI – кнопки, области ввода текста, текстовые панели и так далее.

Основной задачей ГИС является предоставление информации пользователю, исходя из этого пользовательский интерфейс представляет собой строку ввода запроса к данным и панели вывода информации. Приложение имеет несколько уровней запросов к данным:

- запросы, осуществляемые вводом параметров в строку поиска;
- запросы по клику на здания;
- запросы по клику на элементы интерфейса информационных окон.

Отличительной особенностью UI в Unity 3D является осуществление дочерней привязки элементов друг к другу с образованием семейств окон. Родительское окно интерфейса включает в себя несколько более мелких дочерних окон, они могут быть привязаны к краям или центру родительского окна и использовать относительное выравнивание местоположения, что помогает сохранять пропорции интерфейса при использовании различного разрешения экрана пользователя.

В результате проектирования интерфейса созданы две информационные панели, разделенные на 2 части, при осуществлении запросов к данным очередность раскрытия панелей будет идти слева-направо, причем панели неактивны при запуске программы, активация происходит за счет выполнения запроса в строке поиска или клика по зданию.

3.4.2 Проектирование подсистемы визуализации и навигации

Проектирование подсистемы визуализации и навигации Система визуализации и навигации создается непосредственно в визуализаторе Unity 3D, на основе созданных 3D моделей и базы данных. На первом этапе создается сцена (Scene) которая будет содержать все модели, интерфейс, скрипты и систему навигации. Все объекты, используемые в приложении хранятся в папке проекта Assets, в том числе и библиотеки базы данных SQLite. Иерархия проекта ГИС представлена на рисунке 23.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		46

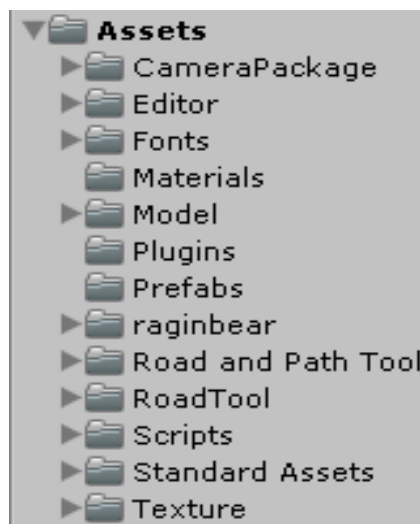


Рисунок 23 – Иерархия каталогов проекта 021 квартала города Благовещенск в Unity 3D

3.4.3 Проектирование навигации с помощью виртуальной камеры

Основу сцены приложения составляет виртуальная камера (Main Camera) с помощью которой осуществляется навигация и управление трехмерным приложением. По существу виртуальная камера – объект с заданным функционалом Camera, данным объектом может стать любая модель на сцене. Основными параметрами виртуальной камеры является угол обзора, дальность прорисовки изображения, тип проекции, отображаемые объекты и вид фона окружения. Основные настройки камеры остались близкими к стандартным, однако дальность прорисовки (Far) увеличилась до 3000 единиц.

Навигация по 3D пространству карты осуществляется с помощью C# скрипта (Mouse Ellipse Orbit), осуществляющему измерение высоты расположения камеры и фиксацию нажатий клавиш мыши.

Принцип основан на вычислении точки столкновения пущенного вектора из центра камеры к объекту подложки с компонентом Collider (обработчик столкновений с физическими или векторными объектами), после чего вокруг точки столкновения образуется область возможного перемещения в виде эллипса, параметры которого можно регулировать в настройках скрипта. Площадь эллипса перемещений влияет на скорость и возможность перемещения камеры или её поворота.

4 ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ПОДСИСТЕМЫ

Основой обеспечивающих подсистемы трехмерной карты 021 квартала города Благовещенск является комплекс программного обеспечения, позволяющий реализовать визуальное и информационное пространство исследуемого предприятия. Визуализатор в совокупности с программной трехмерного моделирования позволяют создать визуальную часть трехмерной карты, с которой связывается многофункциональная база данных, использующая язык SQL для создания запросов к данным.

4.1 Характеристика 3D редактора Maxon CINEMA 4D

Все трехмерные модели для данного проекта были созданы в программном комплексе Maxon CINEMA 4D. CINEMA 4D – многофункциональная комплексная программа для создания и модификации трехмерных эффектов и объектов, аналог таких программ трехмерного моделирования как 3ds Max, Blender и другие.

Еще лет восемь назад позиции этого трехмерного редактора были куда слабее, чем, скажем, у Maya или 3ds Max. Однако время все расставило по своим местам, и сегодня данная программа на равных конкурирует с такими «ки-тами» трехмерной графики, как Softimage и Lightwave.

Программистам немецкой компании MAXON Computer удалось очень точно угадать нишу, которая долгое время оставалась свободной. Дело в том, что большинство профессиональных программ, ориентированных на производство игр и фильмов, всегда стоили тысячи, а то и десятки тысяч долларов. А вот концепция Cinema 4D была построена таким образом, что цена программы оказалась демократичной, но при этом приложение оставалось интересным для профессионалов в области 3D и постоянно развивалось. Его архитектура очень логична, и новичку здесь довольно просто разобраться.

Инструментарий программы постепенно совершенствовался и расширялся очень полезными дополнениями. Сегодня в Cinema 4D можно найти сред-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		48

ства для создания персонажной анимации, удобную среду для работы с частицами, мощную систему фотореалистичной визуализации и, конечно же, удобные инструменты моделирования. В последних версиях Cinema 4D существенно переработан алгоритм визуализации и расширены возможности обработки трехмерных сцен. Программа позволяет просчитывать эффекты глобальной освещенности, каустику и учитывает подповерхностное рассеивание света, которое можно наблюдать, например, при просвечивании воска свечи. Последним доводом для сомневающихся в возможностях этой программы стал выход полнометражного анимационного фильма «Сезон Охоты», при создании которого использовалась именно Cinema 4D, причем она была одним из основных инструментов 3D-аниматоров.

Отличительной особенностью CINEMA 4D является простота пользовательского интерфейса и полная русская локализация. Пример рабочего окна программы приведен на рисунке 24.

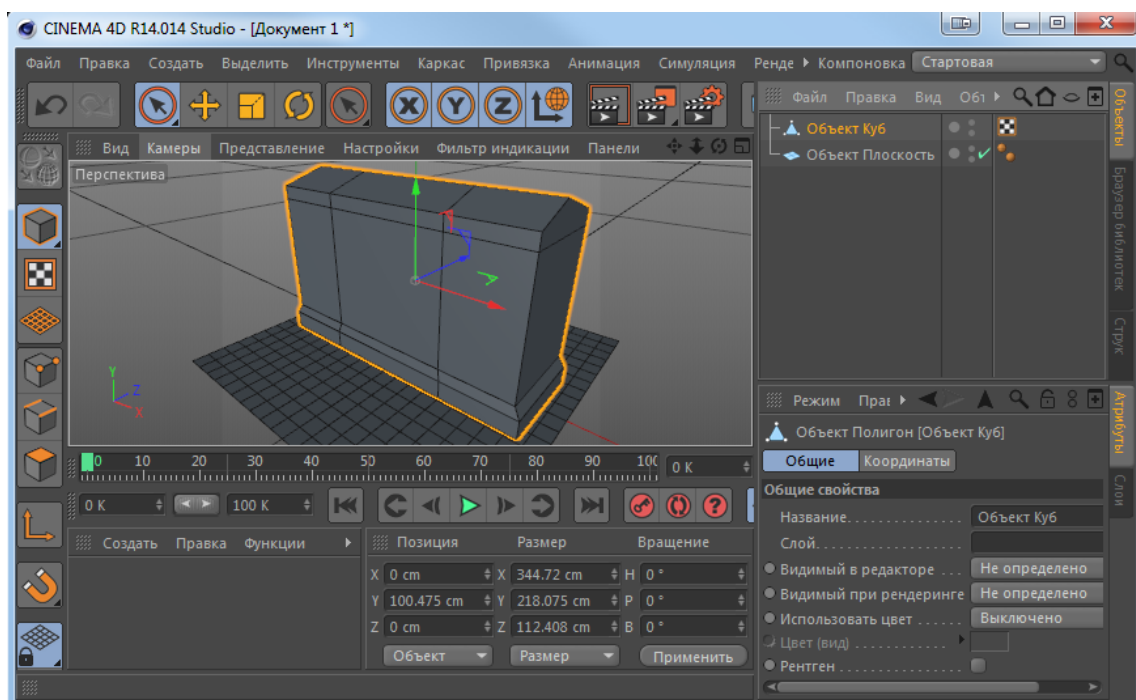


Рисунок 24 – Рабочее окно программы CINEMA 4D

CINEMA 4D позволяет формировать трехмерную модель как посредством редактирования простейших примитивов, например куб или сфера, так и с помощью создания сплайновой решетки исходного объекта. Помимо основ-

ных компонентов трехмерного моделирования CINEMA 4D поддерживает функцию модульного расширения, что позволяет расширить функционал программы до профессиональной системы создания компьютерной анимации, моделирования физических процессов и многих других.

Компания разработчик – Maxon с недавнего времени осуществляет поддержку студенческих версий CINEMA 4D, которая обладает полной функциональностью версии CINEMA 4D Studio и при этом совершенно бесплатна, единственным ограничением станет невозможность работы с технической поддержкой и сетевым рендерингом. Данная версия программного пакета предоставляется на 18 месяцев. В совокупности с обилием обучающих материалов, примерами проектов и документацией данный трехмерный редактор замечательно подойдет как для обучения трехмерному моделированию, так и для профессиональной работы.

Первоначально CINEMA 4D разрабатывалась для операционной системы Amiga – одной из первых мультимедийных операционных систем для домашних персональных компьютеров. Не смотря на низкую популярность возможности редактора не уступают современным крупным программным комплексам для трехмерного моделирования.

Расширение возможностей CINEMA 4D также осуществляется поддержкой плагинов, созданных на специализированных SDK на таких языках программирования как: python, C++, C.O.F.F.E.E. и Xpresso. Поддержка экспорта проектов в популярные среды композитинга и визуализации, например Adobe After Effects, позволяют выполнять постобработку результирующей модели или статичного изображения после рендера.

CINEMA 4D поддерживает обмен данными с САПР системами для архитекторов, например ArchiCAD, что позволяет получить дополнительную обработку трехмерных моделей с получением отчетной информации в виде планов, чертежей и сечений объекта.

Универсальность данному пакету трехмерного моделирования также придает большой спектр поддерживаемых форматов экспорта и импорта, в ко-

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		50

торый входят следующие распространенные форматы:

- 3D Studio (*.3ds), импорт и экспорт;
- Allplan (*.xml), импорт и экспорт;
- FBX (*.fbx), импорт и экспорт;
- Illustrator (*.ai), импорт и экспорт сплайнов;
- Direct 3D (*.x), только экспорт;
- OBJECT (*.obj), импорт и экспорт.

Отличительной особенностью данного продукта является возможность редактирования моделей в реальном времени, без экспорта в FBX, при этом результат отображается в визуализаторе после сохранения файла проекта. Файл проекта CINEMA 4D имеет расширение *.c4d, непосредственно он и помещается в папку ресурсов проекта Unity. Тем не менее для оптимизации моделей, после финальной сверки в визуализаторе производится экспорт в универсальный FBX формат. После экспорта работа с UV разверткой становится недоступной, поэтому этап текстурирования предшествует этапу сверки объектов.

4.2 Особенности использования многофункциональный графический редактор Adobe Photoshop

Все UV- развертка моделей для данного проекта были отредактированы в графический редакторе Adobe Photoshop. Adobe Photoshop – многофункциональный графический редактор, разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems. В основном работает с растровыми изображениями, однако имеет некоторые векторные инструменты. Photoshop может использоваться для создания фона, текстуры.

Adobe Photoshop – это самый мощный на сегодняшний день графический редактор. Возможности этой программы охватывают весь спектр различных операций, связанный с графикой, а именно: обработка фотографий, создание собственных рисунков, создание постеров, коллажей, обложек для разной продукции, создание открыток и многое другое.

Photoshop содержит в себе сотни инструментов, тысячи функций и миллион эффектов. Интерфейс в программе простой и понятный в обращении, все-

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		51

гда есть возможность установить множество новых эффектов, кистей, градиентов и узоров, которые сделают Вашу работу красивой и необычной.

Следует отметить, что программа Adobe Photoshop является главным инструментом дизайнеров

Универсальность данному графическому редактору также придает большой спектр поддерживаемых форматов экспорта и импорта, в который входят следующие распространенные форматы:

- BMP (BMP, RLE, DIB) импорт и экспорт;
- Camera Raw (TIF, CRW, NEF, RAF, ORF) импорт и экспорт;
- JPEG (JPG, JPEG, JPE) импорт и экспорт.

Основной формат Photoshop, PSD, может быть экспортирован и импортирован всеми программными продуктами. Photoshop так же поддерживает также работу с трёхмерными слоями. Пример рабочего окна программы приведен на рисунке 25.

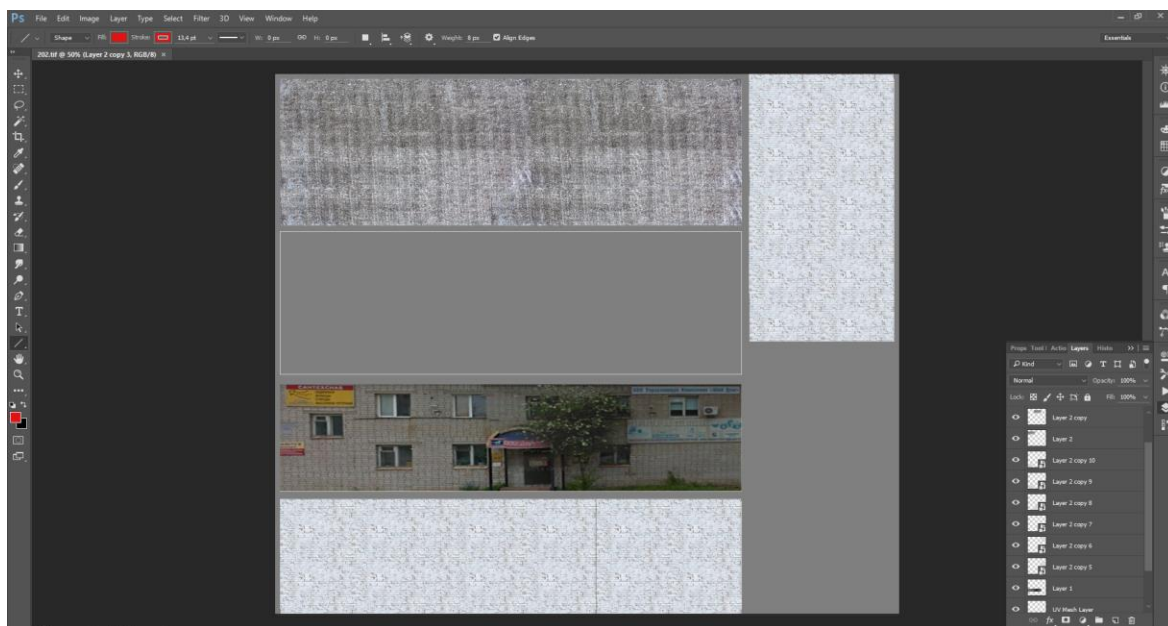


Рисунок 25 – Рабочее окно программы Adobe Photoshop

Отличительной особенностью данного продукта является возможность редактирования. Файл для проекта Photoshop имеет расширение *.c4d, непосредственно он и помещается в папку где находится 3D модель CINEMA 4D, по которой делается UV развертка.

4.3 Особенности использования 3D визуализатора Unity 3D

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

Трёхмерная графика – это целая наука, область, в которой можно совершенствовать свои знания и умения на протяжении всей жизни. Поэтому перечисление отличий в инструментах, которые предлагаются 3D-художникам каждым трёхмерным редактором.

Для создания трёхмерной ГИС системы было необходимо выбрать подходящую программную платформу, которая обеспечивает оптимальный уровень визуализации, поддерживает связь с базами данных и обеспечивает работу с трёхмерными моделями. Данным требованиям отвечают так называемые игровые движки – программные комплексы для разработки двух- и трёхмерных игр, и приложений, работающих под Windows подобными системами, мобильными и Web платформами. Unity 3D поддерживает API DirectX и спецификацию OpenGL, что обеспечивает создание трёхмерных приложений с пользовательским интерфейсом.

Unity – это инструмент для разработки двух- и трёхмерных приложений и игр, работающий под операционными системами Windows и OS X. Созданные с помощью Unity приложения работают под операционными системами Windows, OS X, Windows Phone, Android, Apple iOS, Linux.

Плюсы Unity:

- 1) своим IDE – он сочетает редактор сцен, редактор игровых объектов и редактор скриптов. Кроме того, в комплекте идет генератор деревьев (SpeedTree) и Рельефа;
- 2) возможностями для скриптинга – доступность написания скрипта на трех языках: JavaScript, C# и Boo;
- 3) кроссплатформенность – как уже упоминалось выше, поддерживаются Windows, MacOS, Wii, iPhone, iPod, iPad, Android, PS3 и Xbox 360;
- 4) производительность и масштабируемость;
- 5) запуск любого приложения в веб-плагине;
- 6) невысокая цена за лицензию – всего 1500\$. Так же есть бесплатная версия, без некоторых преимуществ.

Редактор Unity имеет простой Drag&Drop интерфейс, который легко

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		53

настраивать, состоящий из различных окон, благодаря чему можно производить отладку прямо в редакторе.

Проект в Unity делится на сцены (уровни) – отдельные файлы, содержащие свои игровые миры со своим набором объектов, сценариев, и настроек. Сцены могут содержать в себе как, собственно, объекты (модели), так и пустые игровые объекты – объекты, которые не имеют модели («пустышки»). Объекты, в свою очередь содержат наборы компонентов, с которыми и взаимодействуют скрипты. Также у объектов есть название (в Unity допускается наличие двух и более объектов с одинаковыми названиями), может быть тег (метка) и слой, на котором он должен отображаться. Так, у любого объекта на сцене обязательно присутствует компонент Transform – он хранит в себе координаты местоположения, поворота и размеров объекта по всем трём осям. У объектов с видимой геометрией также по умолчанию присутствует компонент Mesh Renderer, делающий модель объекта видимой.

При импорте текстуры в Unity можно сгенерировать alpha-канал, mip-уровни, normal-map, light-map, карту отражений, однако непосредственно на модель текстуру прикрепить нельзя – будет создан материал, которому будет назначен шейдер, и затем материал прикрепится к модели. Редактор Unity поддерживает написание и редактирование шейдеров. Редактор Unity имеет компонент для создания анимации, но также анимацию можно создать предварительно в 3D-редакторе и импортировать вместе с моделью, а затем разбить на файлы.

Интерфейс Unity 3D представляет собой среду объектно-ориентированного проектирования, совмещенной со скриптовыми языками программирования, например C# и Java Script и физическим движком PhysX. Наличие бесплатной версии в совокупности с большим количеством обучающих материалов позволяет освоить данный программный комплекс за небольшой промежуток времени, поэтому он подходит для студенческих исследований по трехмерной графике.

Трехмерные ГИС системы подразумевают наличие большого количества

					<i>ВКР.125025.09.03.03.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		54

зданий, что не может не отразиться на производительности приложения, в свою очередь Unity 3D поддерживает функцию перевода состояния объектов в статическое, то есть необрабатываемые визуальные объекты. Также возможна реализация алгоритмов Occlusion – прорисовка только тех трехмерных объектов, которые видны в данный момент камере приложения, что позволяет добиться более стабильной частоты кадров даже на слабых компьютерах. Пример использования данной технологии представлен на рисунке 26.

Unity 3D поддерживает импорт трехмерных моделей из большинства современных трехмерных редакторов, например Blender, 3ds max и Cinema 4D, что делает данный визуализатор универсальным средством создания 3D карт и других подобных приложений.

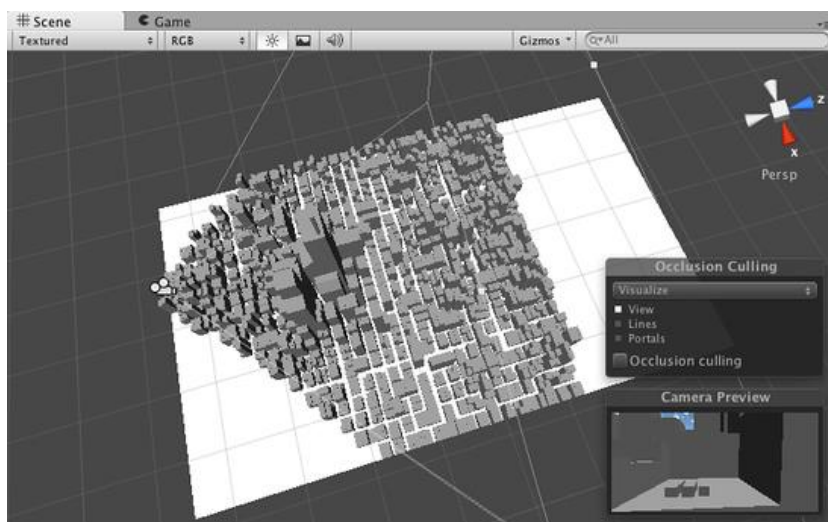


Рисунок 26 – Технология прорисовки трехмерных моделей в поле активной камеры – Occlusion в Unity 3D

В новую версию Unity 5 был добавлен инструмент UI – интерфейс пользователя, что позволяет без использования вспомогательным библиотек быстро и качественно создавать интерфейс программы, используя объектно-ориентированный принцип. Все компоненты интерфейса поддерживают связку с поддерживаемыми скриптовыми языками, что обеспечивает удобную связку интерфейс-данные.

В перспективах проекта – создание трехмерной ГИС в скомпилированной программе для Windows, которая по своему объему значительно выигрывает у

визуализаторов-конкурентов.

4.4 Характеристика базы данных SQLite

Одним из важнейших компонентов трехмерной ГИС является база данных, информация которой имеет непосредственную привязку к объектам на карте. Учитывая специфику визуализатора Unity 3D оптимальным выбором стало использование встраиваемой кроссплатформенной базы данных – SQLite.

Учитывая небольшие объемы проекта, требования высокого быстродействия и малого размера конечного приложения SQLite выигрывает по всем параметрам у схожих СУБД использующих язык запросов SQL, как например Microsoft Access или SQL Server. Кроме того, исходные коды библиотек SQLite являются полностью открытыми, что позволяет их свободно использовать, подобрав подходящую СУБД, в нашем случае используется СУБД SQLite DOG. Большинство СУБД для SQLite имеют сходный интерфейс. SQLite поддерживает все стандартные типы полей, например INTEGER, TEXT, BLOB, первоначально данная база данных проектировалась без ограничений на размер полей и объем данных, актуальная версия содержит незначительные ограничения на длину полей BLOB, количество колонок и длину SQL-выражений, но и эти ограничения пользователь может расширять по своему усмотрению. Библиотека SQLite написана на языке C#, при этом существует множество привязок к таким языкам программирования как C++, Java, C#, PHP и другие.

В связке с визуализатором база данных позволяет реализовать запросы к информации с помощью SQL запросов, внедренных в C# скрипты. Поддержка целостности данных и каскадного обновления облегчает заполнение и сопровождение базы данных, кроме того возможно осуществлять двухканальный доступ к одной базе данных, что позволяет создавать группы пользователей и разграничение прав пользователей. Главной отличительной особенностью файла базы данных является автономность использования – используется только библиотека, включаемая непосредственно в приложение, эта особенность отсутствует у большинства современных СУБД, требующих установки пользовательских библиотек на компьютер пользователя.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		56

СУБД позволяющие редактировать базы данных в формате *.sqlite имеют простой пользовательский интерфейс, что позволяет быстро освоить данный тип баз данных. Соединение базы данных с визуализатором осуществляется буквально с помощью нескольких строчек кода, единственной трудностью может оказаться создание параметризованных запросов, связанных с объектами визуализатора, но и эта проблема решается при наличии опыта программирования на С#.

4.5 Обоснование выбора языка программирования

Учитывая специфику ГИС приложений и использования базы данных, для хранения информации об квартале выбор языка программирования С# был закономерен, так как в Unity используется ограниченное число доступных языков программирования: С#, Java Script и Boo.

С# – объектно-ориентированный язык программирования, базирующийся на платформе .NET Framework, что означает направленность на создание клиент-серверных приложений.

Язык С# был разработан корпорацией Microsoft в конце 90-х годов как часть общей спецификации .NET. С# имеет непосредственную связь с такими распространенными языками программирования как С, С++ и Java, что обеспечивает его легкое освоение при переходе с этих языков программирования. С# можно считать компонентно-ориентированным языком программирования, поскольку в него включена поддержка написания программных компонентов, включая такие компоненты как свойства, методы и события.

Важно понимать, что исходный код визуализатора Unity 3D написанный на С/С++ непосредственно интерпретируется с языками написанных скриптов, в нашем случае язык С# и исходный язык визуализатора С/С++ при компиляции преобразуются в инструкции IL и метаданные, которые не зависят от использующей их платформы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе исследования 021 квартала города Благовещенск была собрана информация об архитектуре зданий и сооружений 021 квартала города Благовещенска, созданы низкополигональные модели зданий, спроектирована база данных, хранящая информацию о зданиях 021 квартала города Благовещенска, создана 3D ГИС карта 021 квартала города Благовещенск.

Для разработки использовались средства 3D редактора CINEMA 4D для создания трехмерных моделей зданий, СУБД SQLite DOG для создания базы данных SQLite для хранения информации о зданиях и о организациях, находящихся в этом квартале, визуализатор Unity 3D для связки БД и 3D моделей, с созданием пользовательского интерфейса и конечного приложения геоинформационной справочной системы.

В результате разработки ГИС 3D карты 021 квартала города Благовещенск было получено приложение обеспечивающее визуальную навигацию по трехмерной ГИС, включающую здания 021 квартала города Благовещенск, связанных с базой данных, обеспечивающей пользователю интуитивно понятное управление, позволяющее получать информацию об интересующих контактных данных и услугах отделений.

Конечный программный продукт будет работать под распространённой линейкой операционных систем Windows, обеспечивая высокую производительность ввиду использования технологий низкополигонального моделирования.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		58

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Ковальчук, А.К. Основы геоинформационных систем/ А.К Ковальчук, С.В. Шайтура. – М.: Рудомино, 2009. – С. 1-15.

2 Стрелец, А.Д. Разработка туристической геоинформационной системы с интеграцией 3D-моделей объектов города/ А.Д. Стрелец, И.Е. Еремин // Ученые заметки ТОГУ. – 2011. – Т. 2, № 2. – С. 1–8.

3 Коростылев, Р.И. Электронная карта с использованием реалистичных 3D-моделей зданий / Р.И. Коростылев, И. Е. Еремин // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013, Том 4, № 3, С. 67 – 71.

4 Гречищев, А. Трехмерное моделирование и фотореалистичная визуализация городских территорий Текст. / А. Гречищев, В. Бараниченко, С. Монастырев, А. Шпильман; М. DATA+. // ArcReview. 2003. – № 2, С. 12 – 13.

5 Калугин, В. Глава 1. Реляционные базы данных [Электронный ресурс] / В. Калугин // Режим доступа: <http://vaskalugin.narod.ru/info/rusql/ch1.html>. – 06.03.2015.

6 Аврутин, В.Д. О трехмерной модели городского пространства города Санкт-Петербурга / В.Д. Аврутин, В.Ю. Руденко. – Санкт-Петербург : ГИС Review, 2009. – №4. – 6 с.

7 Цыганок, Д.А. Геоинформационные системы / Д.А. Цыганок. – Красноярск : Красноярский государственный университет, 2004. – 110 с.

8 Иванников, А.Д. Геоинформатика / А.Д. Иванников, В.П. Кулагин, А.Н. Тихонов. – Москва : МАКС Пресс, 2001. – 349 с.

9 Кошкарев, А.В. Геоинформатика / А.В. Кошкарев, В.С. Тикунов // Под ред. Д.В. Лисецкого. – Москва : «Картогеоцентр» – «Геодезиздат», 2004. – 213 с.

10 Джейсон, Visual C# .NET. Полное руководство / Джейсон, Майк Прайс, Гандэрлой. – М. : Корона Принт, 2010. – 446 с.

11 Нейгел, К. С# 2005 для профессионалов / К. Нейгел. – Москва : Вильямс, 2006. – 378 с.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		59

12 Верстак, В. 3ds Max 8 на 100% / В. Верстак, М. Бондаренко, С. Бондаренко. – М.: СПб: Питер, 2006. – 416 с.

13 Гурский, Ю. Компьютерная графика: Photoshop CS, CorelDRAW 12, Illustrator CS / Ю. Гурский, И. Гурская, А. Жвалевский. – М.: СПб: Питер, 2005. – 812 с.

14 Creighton, R.H. Unity 3D Game Development by Example / R.H. Creighton. – Packt Publishing, 2010. – 384 с.

15 Grant Allen, M.O., The definitive guide to sqlite/M.O. Grant Allen. – après.com, 2010. – С. 6-20.

16 Rick, F. The SQL Guide to SQLite / F. Rick. – lulu.com, 2009. – 542 с.

17 Постановление правительства РФ О единых государственных системах координат [Текст]: от 28.12.2012 № 1463 // СПС «Консультант Плюс».

18 Карпик, А. П. Сущность геоинформационного пространства территорий как единой основы развития государственного кадастра недвижимости / А. П. Карпик, В. С. Хорошилов // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 134–136.

19 Москвин, В. Н. Формализация картографического обеспечения землеустройства, кадастра, и мониторинга земель / В. Н. Москвин, И. Т. Антипов, Д. В. Лисицкий // Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2012. – № 2/1. – С. 165–168.

20 Frey, G. CINEMA 4D R13 быстрый старт – техническая документация /G. Frey, S. Hauth, H. Stiller. – Max-Planck-Str, 2010. . – С 34–50.

					ВКР.125025.09.03.03.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		60