ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

***«*САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО»**

**ИНСТИТУТ КОМПЬЮТЕРНЫХ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Отчет о прохождении   
стационарной производственной практики (научно-исследовательской работы на тему:** «Создание прототипа системы процедурной генерации и визуализации 3D моделей зданий»**)**

Ларионова Алексея Сергеевича, гр. 3530203/60101

**Направление подготовки:** 02.03.03 Математическое обеспечение и администрирование информационных систем

|  |
| --- |
| **Место прохождения практики:** СПбПУ, ИКНТ, ВШИСиСТ |

*(указывается наименование профильной организации или наименование структурного подразделения*

|  |
| --- |
|  |

*ФГАОУ ВО «СПбПУ», фактический адрес)*

**Сроки практики:** с 02.09.19 по 23.12.19

**Руководитель практики от ФГАОУ ВО «СПбПУ»:**

|  |
| --- |
| Кудрявцев Д.В., доцент ВШИСиСТ, к.т.н. |

*(Ф.И.О., уч. степень, должность)*

|  |
| --- |
| **Консультант от ФГАОУ ВО «СПбПУ»:**  Туральчук К.А., ст. преп. ВШИСиСТ |

*(Ф.И.О., должность)*

|  |
| --- |
|  |

**Оценка:**

Руководитель практики

от ФГАОУ ВО «СПбПУ» Кудрявцев Д.В.

Консультант от ФГАОУ ВО «СПбПУ» Туральчук К.А.

Обучающийся Ларионов А.С.

Дата:

**СОДЕРЖАНИЕ**

# **ВВЕДЕНИЕ**

В течение всей эпохи развития компьютерных технологий перед программными продуктами стояла задача автоматизации работы человека, и как следствие, ускорение и удешевление человеческой деятельности в целом. Изначально компьютеры позволяли делать математические расчеты по сложным алгоритмам, затем они смогли перевести оборот документов в электронный вид, что ускорило работу множества прикладных отраслей и сократило расход бумаги.

На данный момент все еще существуют целые отрасли, активно использующие компьютерную графику, например, кинопроизводство, архитектура, разработка компьютерных игр, инженерное проектирование. Для них вопрос автоматизации все также актуален – необходимо подготавливать большое число трехмерных моделей, причем обычно для этого привлекаются специальные художники или инженеры, владеющие соответствующими системами автоматизированного проектирования. Полный цикл разработки одной модели (включая создание геометрии, наложение текстур, создание метаинформации для визуальных эффектов и интеграция в целевое приложение) может занимать несколько рабочих дней одного художника.

Отсюда возникает потребность в автоматизации этого процесса, или хотя бы ускорения его составных частей. Одним вариантом реализации решения является процедурное генерирование трехмерных моделей, т.е. использование специальных алгоритмов, которые по набору параметров образуют геометрию модели в специальном формате. В таком случае пользователю остается либо принять модель и использовать ее в других этапах своей работы, либо скорректировать параметры, пока результат не будет удовлетворительным. Примером подобной системы является система процедурной генерации моделей зданий, которая может использоваться как для трехмерной визуализации городов, так и для набросков городских архитектурных решений без необходимости кропотливого создания моделей.

# **1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ**

## **Основные понятия предметной области**

Компьютерная графика – совокупность программного обеспечения и аппаратных устройств, которая используется для создания и обработки визуальной информации (изображений). Визуальная информация может иметь художественный, информативный, иллюстративный, научный характер и может быть использована как для временной визуализации (в пользовательском интерфейсе или симуляциях, в режиме реального времени), так и для фиксации на устройстве хранения (в специальном формате файла, для последующего воспроизведения).

Компьютерную графику классифицируют по типу представления на двухмерную и трехмерную, по времени воспроизведения на статичную (изображение) и динамичную (анимации), по типу цифрового формата на растровую (сохранение дискретной информации о цвете отдельных групп пикселов) и векторную (в виде параметризованных математических формул).

Трехмерная модель – математическое представление трехмерной сущности. На практике определяется способом цифрового представления этой сущности. Примеры способов: массив геометрических примитивов с метаинформацией (точки, треугольники, воксели и т.п.), параметры известных математических объектов (кубических кривых, поверхностей, кватернионов и т.п.)[1]. Модель нередко сопровождается дополнительными элементами (например, карты текстур и визуальных эффектов, а также развертка модели на эти карты).

## **Определение существующей проблемы**

Трехмерная компьютерная графика – одна из наиболее динамично развивающихся направлений информационных технологий, что связано с вычислительной сложностью обработки большого количества объектов, которые необходимы для создания реалистичного изображения. Она находит применение в инженерных отраслях (создание макетов и планов), в индустрии развлечений и художеств (кино, компьютерные игры, иллюстрации, реклама), а также в системах симуляции (в том числе с применением виртуальной или дополненной реальности). Качество и «правдоподобие» трехмерных изображений значительно улучшилось за последние два десятка лет, что связано с многократным увеличением аппаратного быстродействия вычислительных систем (в частности графические ускорители пользовательского сегмента ныне достигают производительности в 5-10 терафлопс и, зачастую, они в 5-6 раз производительнее процессора). Реалистичные компьютерные изображения использовались еще и в начале века (например, трилогия кинокартин «Властелин Колец» 2001-2003 гг.), однако процесс визуализации занимал дни. Теперь же компьютерные системы способны создавать гораздо более сложные изображения в реальном времени.

На данный момент, узким местом реалистичной компьютерной графики является создание объектов, которые складываются в трехмерную сцену. Художник или инженер, который специально обучен принципам работы в системах автоматизированного проектирования (САПР), должен разработать для каждого объекта его трехмерную модель, которая сочетает качества достаточной детализации (т.е. набор математических примитивов отражает форму объекта довольно точно без потери реалистичности) и при этом ограниченной детализации (т.е. количество таких примитивов не превышает разумные пределы, чтобы обработка модели занимала как можно меньшее время). Помимо этого, еще необходимо подготовить карты текстур и эффектов освещения и встроить модель в целевое приложение (сцену фильма или локацию в симуляции).

Как итог, из-за того, что реальный мир состоит из большого количества объектов, а для его компьютерного представления необходимо создавать множество сложных моделей (при всем при том, что многие из них могут и не быть замечены зрителем или пользователем, в силу того, что зрение человека имеет некоторый фокус), именно производство трехмерных сцен занимает большую часть времени выпуска фильмов, анимаций, компьютерных игр и симуляций. В связи с этим возникает проблема ускорения этого процесса

# **2. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ**

## Существующие решения, методы, технологии

## **3. МЕТОДЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАЗРАБОТКИ**

# **4. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

## **4.1. Требования к системе процедурной генерации и визуализации зданий**

## Разработанная система должна, в первую очередь, иметь возможность генерировать трехмерные модели зданий (т.е. формировать набор точек и геометрических примитивов, который определяет геометрию зданий). Генерация происходит случайно, с использованием заданных параметров. Крайне желательным является также формирование «развертки» модели на двумерное изображение, что позволит применить текстуры и специальные эффекты над моделью (возможно даже применение каких-либо распространенных текстур). Пользователь имеет возможность настраивать параметры генерации (численные характеристики, например, высота, геометрические, например, форма основания). Небольшое изменение параметров ведет к предсказуемым изменениям очередной модели. Система не должна жестко привязываться к одному «стилю» генерируемых зданий, при этом и не должна генерировать абсолютно случайные и сюрреалистичные модели (если только это не то, чего хочет пользователь). Одну и ту же модель можно получить еще раз, при вводе одинаковых параметров и такой же инициализации генератора псевдослучайных чисел.

## Разработанная система должна иметь графический интерфейс, с возможностью визуализации полученных моделей, желательно чтобы изменяемые параметры без задержек применялись при перегенерации для обеспечения простоты настройки. Пользователь имеет средства навигации в окне визуализации (изменение масштаба, осмотр под другим углом, из другой позиции). Опциональным является добавление «пробного» окружения, для оценки реалистичности модели, например, небо с определенным положением солнца (которое меняет угол освещения здания), простая поверхность земли и травы и т.п.

Полученная модель может быть сохранена в некотором распространенном цифровом формате файла (например, OBJ или STL).

## **4.2.** **Постановка цели и пути ее достижения**

Цель данной работы – реализация прототипа системы, которая способна

процедурно генерировать трехмерные модели зданий по параметрам, которые могут быть заданы или не заданы пользователем, а также визуализировать полученную модель. Данный прототип должен удовлетворять большинству требований, обозначенных выше.

Для достижения данной цели, необходимо решить следующие задачи:

* реализовать модуль процедурной генерации трехмерных моделей зданий, который предоставляет ряд параметров для настройки (дополнительно, модуль может формировать карты текстур для сгенерированной модели); генерация должна занимать разумное время и быть достаточно контролируемой для пользователя,
* опционально, реализовать модуль визуализации трехмерных сцен. Сюда входит отображение с помощью API графического ускорителя примитивов в перспективной проекции, система навигации, с которой можно изменять положение «камеры» и угол обзора, а также система наложения цвета или текстур к модели (возможно также добавить настраиваемое освещение и просчет отбрасываемых теней), альтернативно можно использовать для визуализации сторонние решения,
* создать дополнительные модули, которые ответственны за сохранение моделей в специальном формате файла, а также системы захвата управления с клавиатуры и мыши и пр.,
* интегрировать другие модули в графический интерфейс, в котором пользователь сможет работать с полученным прототипом системы (например, настраивать параметры генерации);

# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе данной работы был проведен анализ предметной области и постановка задачи перед реализацией прототипа системы процедурной генерации трехмерных моделей зданий и визуализации этих моделей. Из обзора существующих решений были выведены требования, которые должна выполнять данная система.

На основе сравнительного разбора актуальных методов и технологий, описанных в литературе и применяемых в сфере компьютерной графики и процедурной генерации, были определены инструменты разработки данной системы, а также примерные программные компоненты, решающие поставленные задачи.

Таким образом, результатом данной работы являются сформированная цель и задачи выпускной работы, сформированные критерии к разрабатываемой системе, а также проанализированные основные технологии и методы разработки.

# **СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Божко, Аркадий Николаевич. Компьютерная графика: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Информатика и вычисл. техника" / А. Н. Божко, Д. М. Жук, В. Б. Маничев. - Москва: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. - 392 с.