

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки 09.03.02 Информационные системы и технологии
Кафедра Автоматики и Компьютерных Систем

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка программного компонента для визуализации научных данных в виде трехмерных поверхностей на основе спецификации OpenGL

УДК 004.925.64:001.891:004.946

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗА	Шадрина Кристина Викторовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АиКС	Лулева Е.Е.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. менеджмента	Спицын В.В.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент каф. ЭБЖ	Акулов П.А.	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев М.С.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

**Результаты обучения (компетенции выпускников) по направлению
09.03.02 «Информационные системы и технологии»**

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов) Профессиональные и общепрофессиональные компетенции
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания для комплексной инженерной деятельности по созданию, внедрению и эксплуатации геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием геоинформационных систем и технологий, информационных систем в бизнесе, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по созданию информационных систем и технологий, а также средств их реализации (информационных, методических, математических, алгоритмических, технических и программных).
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания геоинформационных систем и технологий, а также информационных систем и технологий в бизнесе.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные геоинформационные системы и технологии, информационные системы и технологии в бизнесе, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные (общекультурные) компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.

P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом. Владеть иностранным языком (углублённый английский язык), позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций.
P10	Демонстрировать личную ответственность за результаты работы и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать знания правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, а также готовность к достижению должного уровня физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.

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

Институт Кибернетики
Направление подготовки (специальность) Информационные системы и технологии
Кафедра автоматики и компьютерных систем

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИЗА	Шадриной Кристине Викторовне

Тема работы:

Разработка программного компонента для визуализации научных данных в виде трехмерных поверхностей на основе спецификации OpenGL	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	09.02.2017 г. приказ №786/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту; изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<p>Объектом проектирования является компонент, позволяющий визуализировать научные данные, представляющие поверхности третьего порядка, с количеством точек превышающим 10000.</p> <p>Реализуемый компонент должен позволять:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Загружать входные данные для визуализации из файла (xml или json).2. Визуализировать поверхность и координатную сетку в перспективной и ортогографической проекции на выбор пользователя.3. Окрашивать построенную поверхность на основе «карты высот».4. Манипулировать визуализированной поверхностью (масштабировать по осям, поворачивать вокруг осей, выполнять операцию смещения по осям). <p>Также в качестве исходных данных к работе используется:</p> <ul style="list-style-type: none">• спецификация OpenGL версии 2.1;

	<ul style="list-style-type: none"> руководство пользователя компонента OpengTK версии 1.1.4; файл с тестовыми данными описывающий координаты точек поверхности третьего порядка.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> Анализ предметной области. Разработка компонента.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	презентация в формате *.pptx на 20 слайдах 1. Титульный лист 2. Актуальность 3. Цель 4. 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Акулов Петр Анатольевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын Владислав Владимирович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Анализ предметной области	
Разработка компонента визуализации	
Функционал реализованного компонента	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	30.12.2016
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры АИКС	Лунова Е.Е.	К. Т. Н.		30.12.2016

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗА	Шадрина Кристина Викторовна		30.12.2016

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

Институт кибернетики

Направление подготовки – 09.03.02 Информационные системы и технологии

Уровень образования – бакалавриат

Кафедра автоматки и компьютерных систем

Период выполнения – осенний/весенний семестр 2016/2017 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2017
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
05.06.2016	Социальная ответственность	75
05.06.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
.05.2016	Основная часть	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. АиКС	Лунева Е.Е.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
АиКС	Суходоев М.С.	к.т.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ИЗА	Шадриной Кристине Викторовне

Институт	Институт Кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 Информационные системы и технологии

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<p>Объектом исследования являются среда разработки Visual Studio, языки программирования C#; JSON, спецификация OpenGL, низкоуровневая библиотека – обертка OpenTK.</p> <p>Целью выпускной квалификационной работы (предметом) является разработка программного компонента для визуализации научных данных в виде трехмерных поверхностей по входным данным формате JSON.</p> <p>Пользователями данного компонента являются предприятия, деятельность которых связана с цифровой обработкой различных сигналов. Данный компонент за счет эффективного быстрогодействия должен визуализировать большие объемы данных для дальнейшего визуального анализа и отчетности.</p>
--	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1 Производственная безопасность</p> <p>1.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p> <p>1.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности.</p>	<p>На этапах разработки и эксплуатации компонента визуализации были выделены:</p> <p>1.1. В качестве вредных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Повышенный уровень шума на рабочем месте; – Недостаточная освещенность рабочей зоны; – Умственное перенапряжение; – Монотонный режим работы. <p>1.2. В качестве опасных факторов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Опасность поражения электрическим током; – Опасность возникновения пожара.
<p>2 Экологическая безопасность:</p> <p>2.1 Анализ воздействия процесса на окружающую среду;</p> <p>2.2 Разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>	<p>2.1 Влияние процесса исследования на окружающую среду:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Утилизация компьютерной техники. <p>2.2 Мероприятия по защите окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Комплексная утилизация оргтехники (ГОСТ Р 55102-2012).

<p>3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>3.1 Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <p>3.2 Выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>3.3 Разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>На этапах разработки и эксплуатации компонента визуализации были выделены:</p> <p>3.1 Возможные чрезвычайные ситуации:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар; – Поражение электрическим током. <p>3.2 Типичная чрезвычайная ситуация:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Пожар. <p>3.3 Мероприятия по предотвращению наиболее типичной ЧС – пожара, согласно нормативным документам: НПБ 105-03 и ППБ 01–03.</p>
<p>4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <p>4.1 Специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>4.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ согласно следующим документам:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.12.2015). <p>4.2 Влияние разработанного компонента на работу пользователя:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Эффективное представление данных (в виде массива чисел) для отчетности и визуального анализа; – Эффективное расширение функционала используемых корпоративных информационных систем и другого программного обеспечения за счет интеграции компонента; – Экономия денежных средств.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ	Акулов П.А.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗА	Шадрина Кристина Викторовна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ИЗА	Шадриной Кристине Викторовне

Институт	Институт Кибернетики	Кафедра	Автоматики и компьютерных систем
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	09.03.02 «Информационные системы и технологии в бизнесе»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение возможных альтернатив с помощью морфологического подхода.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование этапов работ, определение трудоемкости работы и построение календарного графика.
3. Планирование и формирование бюджета научных исследований	В данном разделе описываются все статьи расхода при реализации проекта, а также вычисляется его итоговый бюджет.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	06.02.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Спицын В.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ИЗА	Шадрина Кристина Викторовна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 92 страниц, 19 рисунков, 16 таблиц, 38 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: OpenGL, спецификация, построение поверхности, модель, проекция, поверхности третьего порядка.

Цель работы заключается в разработке программного компонента визуализации поверхностей третьего порядка на основе спецификации OpenGL, позволяющего построить по входным данным пользователя в форме JSON файла поверхности размерностью, превышающей 10000 точек и производить их модификацию.

В разделе «Анализ предметной области» анализируются возможные конкуренты программного компонента визуализации и актуальность его разработки. Приведена сравнительная характеристика спецификаций и выбор одной для дальнейшего использования при разработке компонента. На основе произведенного анализа ставится цель работы и выделяются основные задачи.

В разделе «Проектирование и разработка программного компонента» описывается используемый в ходе разработки компонента инструментарий, а также важные этапы проектирования и разработки.

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» производится планирование работ и расчет оценки коммерческой привлекательности компонента на основе себестоимости.

В разделе «Социальная ответственность» приводится описание экологической и производственной безопасности, которую влечет за собой эксплуатация компонента визуализации.

ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЯ

API – Application Program Interface (Прикладной программный интерфейс)

IDE – Integrated Development Environment (Интегрированная среда разработки)

OpenGL – Open Graphics Library

БД – База данных

ГОСТ – Межгосударственный стандарт

ГОСТ Р – Межгосударственный стандарт, принятый в России

НПБ – Нормы пожарной безопасности

ПК – Программный компонент

ОС – Операционная система

ПО – Программное обеспечение

ПП – Программный продукт

ППБ – Правила пожарной безопасности

СанПиН – Санитарные правила и нормы

СКМ – Система компьютерной математики

СНиП – Строительные нормы и правила

ССБТ - Система стандартов безопасности труда

ПЭВМ – Персональная электронная вычислительная машина

ЧС – Чрезвычайная ситуация

ЭВМ – Электронная вычислительная машина

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	16
1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	18
1.1 Актуальность разработки компонента визуализации.....	18
1.2 Визуализация в науке и технике	24
1.2.1 Визуализация информации.....	25
1.3 Технологии компьютерной визуализации данных	26
1.4 Прикладные графические интерфейсы.....	28
1.4.1 Общая информация о спецификации OpenGL.....	29
1.4.2 Общая информация о спецификации DirectX.....	30
1.4.3 Сравнительная характеристика OpenGL и DirectX.....	30
1.5 Определение цели и постановка задач.....	31
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА ВИЗУАЛИЗАЦИИ	33
2.1 Проектирование компонента визуализации	33
2.1.1 Модульная архитектура программного компонента визуализации .	33
2.1.2 Статическая архитектура программного компонента визуализации	34
2.2 Выбор инструментария.....	36
2.3 Графический конвейер спецификации OpenGL	37
2.4 Построение перспективной и ортогональной проекций модели объектов.....	38
2.5 Способы визуализации 3D объектов	40
2.5.1 Сравнение эффективности способов визуализации 3D объектов....	40
2.6 Реализация построения поверхностей третьего порядка.....	42
2.7 Алгоритм окрашивания модели на основе «цветового куба».....	43
2.8 Реализация СОМ - библиотеки.....	46
2.9 Пользовательский интерфейс компонента визуализации.....	46
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	53
3.1 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	54
3.2 Планирование научно – исследовательских работ	56
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	56
3.2.2 Определение трудоемкости работ.....	57

3.2.3	Составление графика проведения комплекса работ по разработке программного компонента	58
3.3	Бюджет разработки компонента визуализации	60
3.3.1	Расчет материальных затрат на разработку	60
3.3.2	Основная заработная плата исполнителей проекта	62
3.3.3	Дополнительная заработная плата исполнителей проекта	64
3.3.4	Отчисления во внебюджетные фонды (Страховые отчисления)	64
3.3.5	Контрагентные расходы.....	65
3.3.6	Накладные расходы	66
3.3.7	Бюджет НТИ.....	67
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	69
4.1	Производственная безопасность на этапе разработки и эксплуатации компонента.....	71
4.2	Вредные факторы при разработке и эксплуатации ПК.....	71
4.2.1	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	71
4.2.1.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны.....	72
4.2.1.2	Умственное перенапряжение.....	74
4.2.1.3	Монотонный режим работы.....	75
4.2.2	Опасные факторы при разработке и эксплуатации ПК.....	75
4.2.2.1	Опасность поражения электрическим током.....	75
4.2.2.2	Опасность возникновения пожара	77
4.3	Экологическая безопасность	78
4.3.1	Влияние процесса исследования на окружающую среду	78
4.3.1.1	Утилизация компьютерной техники	78
4.3.2	Мероприятия по защите окружающей среды	78
4.3.2.1	Комплексная утилизация компьютерной техники.....	78
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	80
4.4.1	Возможные чрезвычайные ситуации	80
4.4.2	Типичная чрезвычайная ситуация	80
4.4.3	Мероприятия по предотвращению наиболее типичной ЧС.....	80
4.5	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности... ..	82
4.5.1	Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ... ..	82
4.5.2	Влияние разработанного компонента на работу пользователя.....	83

ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
CONCLUSION.....	86
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ А	92
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	94
ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	95

ВВЕДЕНИЕ

Для сравнения, анализа, выявления особенностей и закономерностей среди результатов исследований и вычислений, в том числе при решении задач цифровой обработки сигналов, необходимы средства визуализации информации. Требования, предъявляемые к таким средствам, включают ёмкое, информативное и быстрое представление данных как необходимое условие эффективного человеко-машинного взаимодействия.

Для визуализации данных можно использовать специализированные интегрированные программные системы автоматизации математических расчетов, такие как Mathcad, Matlab, Maple, Mathematica, Eureka и д.р. [1]. Полученные в результате расчетов данные можно визуализировать в виде различных графиков и представить массивами данных.

В таких интегрированных программных системах, можно легко представить в наглядном виде и проанализировать малый объем данных. Однако, при разработке специализированных независимых программных решений, а также при необходимости оперировать значительными объемами данных необходимо использовать индивидуальные решения на основе специализированных технологий, таких как OpenGL или DirectX [12, 13]. Такие решения обеспечивают быстроедействие, возможности использования в режиме реального времени и корректность отображения.

Данная работа посвящена разработке программного компонента способного визуализировать большие объемы данных в виде трехмерных поверхностей и оперировать этими визуальными данными для их эффективного анализа.

Чтобы обеспечить платформенезависимость и быстроедействие компонента была использована технология OpenGL версии 2.1 и библиотека OpenTK версии 1.1.4. Сам процесс разработки проводился в среде разработки Visual Studio 2015 Community на языке программирования C#.

В ходе разработки компонента были решены задачи эффективного построения поверхностей, размеры которых превышают 10000 и более точек, предоставления пользователю простейших манипуляций над разработанной моделью поверхности, а также возможности окрашивание модели на основе цветового куба.

1. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Актуальность разработки компонента визуализации

На IT-рынке представлено множество программных продуктов, функционал которых позволяет произвести 3D-визуализацию различных графиков, диаграмм, гистограмм и др., однако данная возможность не является основным функционалом таких программных продуктов. В качестве примера можно привести следующие программные пакеты: Microsoft Office Excel, MathCad, MathLab, Maple и так далее.

Excel – автономное приложение от корпорации Microsoft, функционал которой напрямую направлен на работу с различными электронными таблицами и ведение таких расчетов, как экономических, статических и др. Данное ПО входит в состав пакета программ Microsoft Office и поставляется только в его составе [2]. Также данный пакет является платформонезависимым и позволяет работать на разных операционных системах вплоть до мобильных (Windows Phone, Android). Состав пакета Microsoft Office различается, как и их рыночная стоимость, однако во всех версиях присутствует MS Excel. Самая дешевая стоимость пакета составляет 516 рублей в месяц на одного пользователя компании с подпиской на год [3].

Проанализировав этот вариант для средней компании занимающейся, научными исследованиями, были выделены следующие недостатки и достоинства этого продукта. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Анализ программного продукта Microsoft Excel

Достоинства	Недостатки
Возможность 2D и 3D визуализации по данным	Перенос большого количества данных на пользовательский компьютер с использованием физических накопителей или облачного

Достоинства	Недостатки
	хранилища, что занимает большое количество времени.
Возможность тут же корректировать и вносить изменения в данные.	Лишний функционал приложения, который может выполняться в специализированной корпоративной информационной системе (КИС), которая изначально с этими данными работает. Также наличие лишнего ПО в предоставляемом пакете вместе с данным.
Возможность интеграции с базами данных (БД) MS SQL и MS Access.	Зависимость от БД и ее поставщика, которыми пользуется КИС. Необходимость наличие в числе сотрудника, имеющего знания и опыт работы с интеграцией данного ПО.
	Высокая стоимость ПО и необходимость покупать данный пакет для всех сотрудников, которым теоретически понадобится визуализировать данные для анализа или отчетности.
	Графическая обработка большого количество данных затруднена. (10000 и более точек)

Как видно из представленной таблицы данный вариант нельзя назвать хорошим.

Рассмотрим группу специализированных программ Mathcad, Matlab, Wolfram Mathematica или Maple. Данные продукты являются системами компьютерной математики (СКМ), в которых можно производить различные инженерные математические расчеты, а также производить математическое программирование на внутреннем языке. Но, как и для программы Excel, для перечисленных выше СКМ визуализация не является основным функционалом.

Анализ особенностей каждой из упомянутых выше СКМ представлен в таблицах 2-4.

Таблица 2. Достоинства и недостатки MathCad[4].

Достоинства	Недостатки
Функционал и универсальность данной СКМ позволяет ей быть использованной в научной деятельности.	Перенос большого количества данных на пользовательский компьютер с использованием физических накопителей или облачного хранилища, что занимает большое количество времени и трафик (использование интернета).
Возможность 2D и 3D моделирования данных	Лишний функционал приложения, который может выполняться в специализированной корпоративной информационной системе (КИС), которая изначально с этими данными работает.
Возможность интеграции продукта в других приложениях (MS Excel,	Зависимость от БД и ее поставщика, которыми пользуется

Достоинства	Недостатки
SmartSketch, VisSim/Comm PE, Pro/ENGINEER)	КИС. Необходимость наличие в числе сотрудника, имеющего знания и опыт работы с интеграцией данного ПО.
Возможность интеграции с базами данных (БД) MS SQL	Высокая стоимость ПО и необходимость покупать данный пакет для всех сотрудников, которым теоретически понадобится визуализировать данные для анализа или отчетности.
Мощное ядро для различных сложных и трудоемких вычислений[5].	Графическая обработка большого количество данных затруднена. (10000 и более точек)
Необходимость проведения дополнительных матричных вычислений для осуществления модификаций данных моделей в виде поворотов, переносы, масштабирование и т.д.	Отсутствие русифицированных версий ПП
	Большая стоимость ПП и дополнительных библиотек
	Наличие установленной СКМ для повторного открытия документа с моделями и данными.
	Не является платформонезависимой (ориентирована на Windows)

В ходе рассмотрения функционала СКМ MathCad была выявлена возможность интеграции компонента, используемого в составе данной СКМ для визуализации (в виде использования dll – сборки пакета визуализации), в собственных прикладных решениях. Однако при практическом использовании

был выявлен такой недостаток как невозможность эффективно строить поверхности площадью больше 50000 тысяч точек.

Таблица 3. Достоинства и недостатки Maple[5].

Достоинства	Недостатки
Функционал и универсальность данной СКМ позволяет ей быть использованной в научной деятельности.	Перенос большого количества данных на пользовательский компьютер с использованием физических накопителей или облачного хранилища, что занимает большое количество времени и трафик (использование интернета).
Возможность 2D и 3D моделирования данных	Лишний функционал приложения, который может выполняться в специализированной корпоративной информационной системе (КИС), которая изначально с этими данными работает.
Формирование документов	Повышенные по сравнению с другими СКМ требования аппаратным средствам ЭВМ
Мощное ядро для различных сложных и трудоемких вычислений.	Для эффективной работы требуется опыт использования СКМ.
Необходимость проведения дополнительных матричных вычислений для осуществления модификаций данных моделей в виде поворотов, переносы, масштабирование и т.д.	Большая стоимость

Таблица 4. Достоинства и недостатки MathLab [5].

Достоинства	Недостатки
<p>Функционал и универсальность данной СКМ позволяет ей быть использованной в научной деятельности.</p>	<p>Перенос большого количества данных на пользовательский компьютер с использованием физических накопителей или облачного хранилища, что занимает большое количество времени и трафик (использование интернета).</p>
<p>Возможность 2D и 3D моделирования данных</p>	<p>Лишний функционал приложения, который может выполняться в специализированной корпоративной информационной системе (КИС), которая изначально с этими данными работает.</p>
<p>Формирование документов</p>	<p>Очень высокие по сравнению с другими СКМ требования аппаратным средствам ЭВМ</p>
<p>Мощное ядро для различных сложных и трудоемких вычислений.</p>	<p>Большая стоимость</p>
<p>Необходимость проведения дополнительных матричных вычислений для осуществления модификаций данных моделей в виде</p>	

Достоинства	Недостатки
поворотов, переносы, масштабирование и т.д.	

Как видно из приведенных выше таблиц ни один из предложенных ПП не является эффективным решением при необходимости визуализировать данные при разработке собственного прикладного решения как для научных исследований, в и в рамках производственной деятельности, в частности при цифровой обработке сигналов в магистральных газопроводах, в городских водопроводах при поисках утечек. Все данные продукты являются имеют высокую стоимость от 60000-130000 рублей при отсутствии некоторых нужных для приложений, визуализирующих данные, возможностей и, в основном числе, платформозависимые, а также их невозможно интегрировать с используемыми на производстве специализированными продуктами.

В ходе проведенных исследований рынка приложений по визуальному моделированию данных можно сказать, что задача разработки программного компонента по 3D визуализации, платформонезависимого и способного эффективно строить модели, состоящих из 10000 точек и более, является на сегодняшний день актуальной.

1.2 Визуализация в науке и технике

Слово «Визуализация» является производным от латинского слова «зрительный». Оно является общим названием для методов и приемов, результатом которых является представление различных численных значений и данных различных физических явлений в удобном для зрительного наблюдения и анализа виде [6]. Визуализация нашла широкое применение в медицине, дефектоскопии, компьютерной графике и др.

В данной ВКР это понятие рассматривается с точки зрения компьютерной графики.

Компьютерная графика – это наука, являющаяся одним из разделов информатики, задачей которой является изучение алгоритмов и технологий визуализации данных [7]. Тогда как визуализация – это процесс получения изображения по модели с помощью компьютерной программы (Иначе «рендеринг», от англ. «rendering»).

Нужды потенциальных пользователей ЭВМ и возможности техники постоянно экспоненциально растут. Ввиду этого, в настоящее время эта наука активно используется в самых различных сферах. Ее можно поделить на несколько областей:

1. Визуализация данных;
2. Моделирование различных процессов и явлений;
3. Проектирование объектов (технических и др.);
4. Организация пользовательского интерфейса.

1.2.1 Визуализация информации

Существует много видов представлений данных (таблицы, схемы, деловая графика и пр.) и каждый из них нашел применение в различных отраслях науки. Например, достойной формой представления может являться хорошо проработанная структурированная таблица, с помощью которой была организована некоторая численная информация. Но нельзя не согласиться, что эта информация будет более наглядной и эффективной для понимания, если ее представить графически.

Графическое представление можно классифицировать по количеству измерений [7]. Таблица классификации представлена в таблице 5.

Таблица 5. Виды визуализаций

Тип визуализации	Примеры
1D	• Гистограмма

	<ul style="list-style-type: none"> • Секторная диаграмма
2D	<ul style="list-style-type: none"> • Точечная и векторная диаграммы • Полутоновое изображение • Топографическая карта • Карта уровней
3D	<ul style="list-style-type: none"> • Поверхность • Векторная диаграмма • Карта объема

1.3 Технологии компьютерной визуализации данных

Несмотря на то что говорят «3D графика», изображение на экране монитора персонального ЭВМ является плоским, т.е. является проекцией 3D модели на плоскость. Модель же представляет собой описание объекта или явления в виде геометрических данных, положения точки наблюдения в пространстве, данные об освещенности, проценте содержания какого-либо вещества и так далее [8].

Данным процессом занимается видеокарта, а точнее ее часть, которая называется графическим процессором. Суть ее работы в том, что центральный процессор передает все необходимые данные о модели в видеокарту, где ее графический процессор по полученным данным строит изображение в цифровом виде. Полученный результат передается через видеовыходы на монитор ЭВМ. Помимо центрального процессора и видеокарты в процессе получения изображения на карте участвует еще специальное ПО [9]. На рисунке 1 изображена структура взаимодействия ПО и видеокарты.

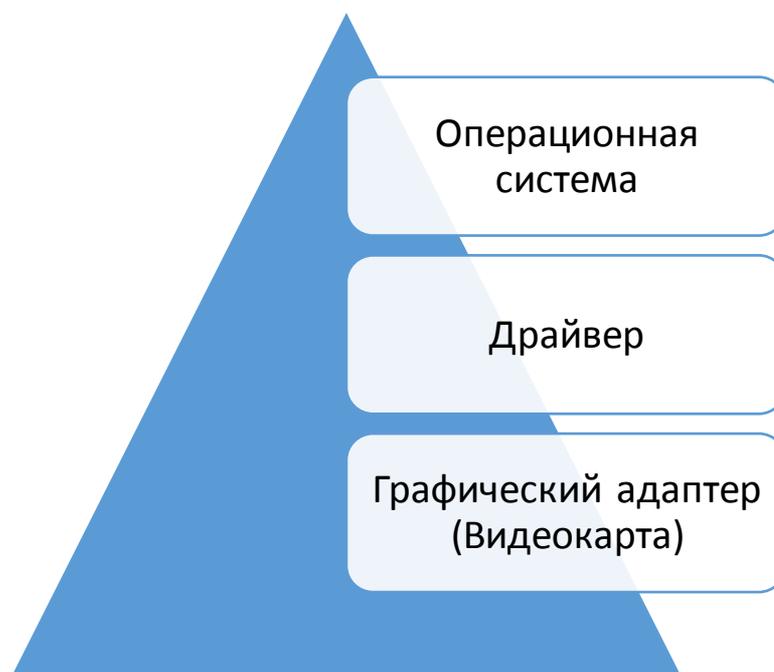


Рисунок 1 – Структура взаимодействия ПО и видеокарты ЭВМ.

Наличие пользовательского интерфейса у операционных систем свидетельствует о том, что данная ОС содержит компоненты, которые позволяют визуализировать данные. Например, элементы управления пользовательского интерфейса. Он с помощью стандартного набора API обращается к драйверу видеокарты с командами. В результате мы наблюдаем пользовательский интерфейс ОС на мониторе [9].

Для системы Windows, данный компонент называется GDI (Grafical Device Interface). Для каждой ОС, имеющий графический интерфейс, существует аналог такого компонента [10].

Он предоставляет API, который используют прикладные приложения, и его возможностей достаточно для визуализации данных в виде простейших графиков и др.

API – программный интерфейс приложений, представляющий собой совокупность констант, классов и функций, которые поставляет какое – либо библиотека (сервис или др.) или ОС для дальнейшего использования программистами в внешних ПП [11].

Но использование встроенных в ОС программных интерфейсов для работы с графикой в программных продуктах, несет следующие недостатки:

- скорость отображения,
- отсутствие поддержки трехмерной графики
- графическое ускорение,

Данные недостатки исключают использование GDI или его аналогов при реализации программного компонента визуализации, в котором предполагается использование трехмерной графики и большого объема обрабатываемых данных. Так же использование одного из них привязывает разработанное приложение к ОС, на которой оно разрабатывалось, то есть делает его платформозависимым.

Ввиду вышеуказанных причин требуются функции, которые обеспечивают более быструю, гибкую и мощную визуализацию вычисленных данных и моделируемых объектов в разрабатываемом компоненте визуализации.

1.4 Прикладные графические интерфейсы

Как говорилось выше, компьютерная графика нашла широкое распространение, начиная с применения в отраслях науки и заканчивая компьютерными играми и кинематографом. Однако, этому распространению предшествовали свои трудности. Разработка универсального ПО, способного работать с различными графическими адаптерами, требовала больших затрат как временного ресурса, так и финансового, поскольку такое ПО содержало модули для каждого адаптера, и, как следствие, программный код отдельных модулей мог дублироваться.

Выход был найден в виде разработки стандартизированных наборов API. С 1990-х годов и по настоящее время существует два популярных конкурирующих таких наборов – OpenGL и DirectX.

1.4.1 Общая информация о спецификации OpenGL

OpenGL – это библиотека API для разработки приложений в области трехмерной и двумерной графики [12]. Еще ее называют спецификацией или программным интерфейсом.

Она была разработана в 1992 году, как реакция на трудности написания модулей для каждого типа существующих графических адаптеров, что вело к дублированию кода, и нужды пользователей ЭВМ (наука, компьютерные игры и др.). В результате, библиотека предоставляет стандартизированные наборы API для работы с графической аппаратурой, тем самым сместив на производителей графических адаптеров ответственность за создание драйверов к ним и абстрагировав разработку прикладных приложений с графикой от работы с оборудованием.

Ввиду этого, спецификация OpenGL это прежде всего документ, который описывает наборы функций и их точное поведение. На его основе производители графической аппаратуры создают реализации в виде библиотек, функции которой соответствуют описанию в спецификации [12].

Архитектура OpenGL выполняет следующие задачи:

- Скрывает сложности программные сложности работы с 3D – ускорителями, предоставляя единый API;
- Ввиду различия разных платформ, требует выполнение недостающей функциональности за счет программного замещения в реализации.

Данная архитектура обеспечивает платформонезависимость разрабатываемых программных продуктов на основе этой спецификации.

Используется в компьютерных играх, САПР, виртуальной реальности, визуализации научных данных. На платформе Windows конкурирует с Direct3D, которая наиболее широко используется при написании компьютерных игр [12].

Актуальная версия данного документа является OpenGL 4.5.

1.4.2 Общая информация о спецификации DirectX

DirectX – это набор API, направленный на решение задач программирования с использованием графики для Windows OS. Изначально разработанный для использования в компьютерных играх, он и сейчас пользуется популярностью, хоть и может использоваться в других областях[13].

Разработкой DirectX занималась корпорация Microsoft и его первый релиз состоялся в 1995 году под названием «Windows Game SDK».

На данный момент последней версией считается DirectX 12, который включен в состав ОС Windows 10.

Пакет средств разработки DirectX под Microsoft Windows бесплатно доступен на сайте Microsoft. Зачастую обновлённые версии DirectX поставляются вместе с игровыми приложениями

1.4.3 Сравнительная характеристика OpenGL и DirectX

Несмотря на то, что исторически сложилось использовать OpenGL в инженерном ПО, а DirectX – в компьютерных играх, следует произвести сравнение этих наборов API (Таблица 6).

Таблица 6. Сравнительная характеристика OpenGL и DirectX

Параметр	OpenGL	DirectX
Поддерживаемые платформы	Кроссплатформенное ПО (Linux, Windows, Android, Windows Phone, iOS)	Windows OS
Расширения	1. реально доступное API определяется производителем GPU 2. изменения/дополнения начинают действовать с	в пределах одной последней выпущенной версии. изменения/дополнения происходят только

Параметр	OpenGL	DirectX
	момента выхода от производителя спецификаций	при выпуске следующей версии.
Ускорение	Реализовано	Реализовано, но зависит от драйверов устройства
Драйвера	Полный функционал при любых драйверах производителя, (от Microsoft)	Укоренная прорисовка доступна только на драйверах от производителя

Из таблицы 6 можно сделать вывод, что разработку программного компонента визуализации эффективнее вести с использованием спецификации OpenGL, потому что ее использование обеспечит платформонезависимость и практика ее использования в инженерном ПО был успешен.

1.5 Определение цели и постановка задач

Целью данной ВКР является разработка программного компонента визуализации на языке программирования C# на основе спецификации OpenGL, позволяющего визуализировать поверхности третьего порядка размерностью 10000 и более точек.

На основе поставленной цели нужно реализовать задачи:

- Изучить технологию визуализации данных в спецификации OpenGL;
- Изучить способы визуализации 3D объектов;
- Изучить виды проекций;

- Реализовать построение моделей поверхностей третьего порядка различных размеров и площади;
- Реализовать возможность загрузки данных о точках поверхности файлом формата JSON;
- Реализовать графический интерфейс пользователя, который предоставляет возможность пользователю производить манипуляции с построенной моделью поверхности:
 - Масштабирование поверхности;
 - Повороты поверхности вокруг осей;
 - Смещение поверхности вокруг осей;
 - Построение ортогональной и перспективной проекций поверхности;
 - Возможность окрашивания поверхности на основе цветового куба в выбранном пользователем диапазоне цветов или с использованием диапазона по умолчанию;
 - Возможность окрашивания на основе базовой цветовой схемы (черный цвет);
- Возможность сохранить результаты манипуляций в виде файла с возможностью выбора формата (BMP, PNG);
- Возможность интеграции компонента через COM – соединение.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПОНЕНТА ВИЗУАЛИЗАЦИИ

2.1 Проектирование компонента визуализации

2.1.1 Модульная архитектура программного компонента визуализации

В ходе разработки был реализован многомодульный программный компонент визуализации.

Модульная архитектура компонента представлена на рисунке 9 в виде диаграммы компонентов нотации UML.

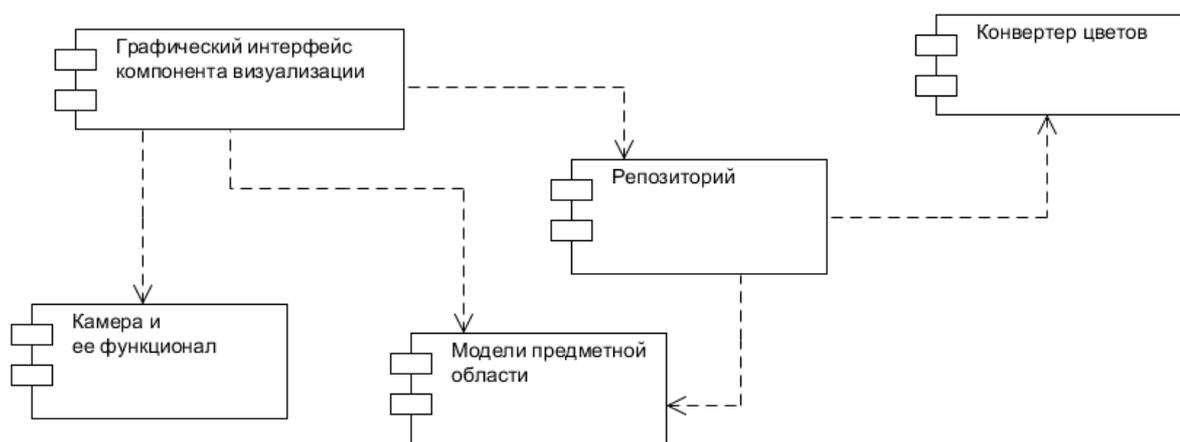


Рисунок 9 – Диаграмма компонентов приложения визуализации

Приложение визуализации состоит из 5 компонентов:

- Компонент «Графический интерфейс» содержит весь графический интерфейс данного приложения и функционал для манипуляций с моделями поверхностей;
- Компонент «Репозиторий» содержит функционал по работе с файлом в формате JSON, а также хранит и манипулирует с исходными данными моделей поверхностей, полученные из файлов:
 - Чтение из файла;

- Построение массива индексов вершин;
 - Окрашивание модели в соответствии с выбранной цветовой схемой;
- Компонент «Конвертер цветов» содержит функционал по конвертированию цветов из цветовой модели RGB в HSV.
 - Компонент «Камера» содержит функционал для работы с наблюдателем (точкой обзора сцены с моделью).
 - Компонент «Модели предметной области» содержит классы, описывающие такие понятия предметной области визуализации как поверхность, точка, камера (наблюдатель).

2.1.2 Статическая архитектура программного компонента визуализации

Для наглядного представления статической архитектуры компонента визуализации рекомендуется использовать диаграмму классов в нотации UML.

Диаграмму классов разработанного приложения можно увидеть на рисунке 10.

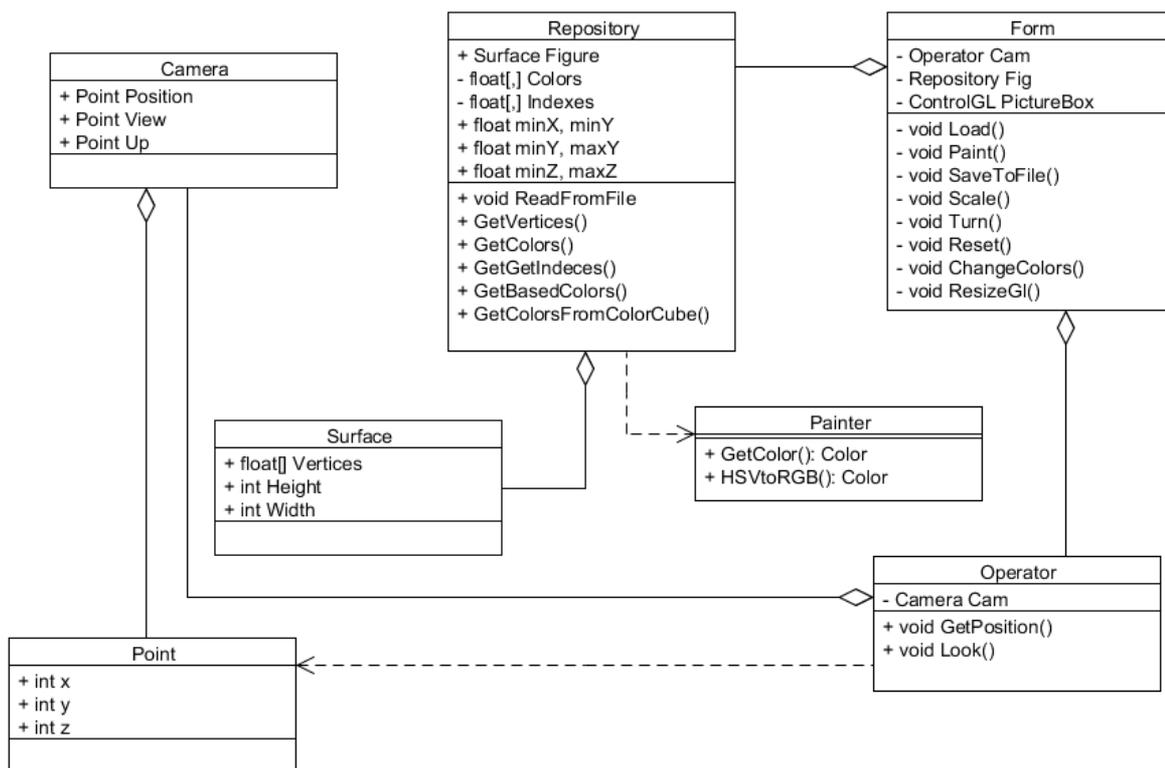


Рисунок 10 – Диаграмма классов компонента визуализации

Класс «MainForm» определяет графический интерфейс приложения и работу с моделями и проекциями поверхностей третьего порядка.

Класс «Operator» предоставляет информацию о наблюдателе, а также функционал по работе с ним: назначение координат, включение наблюдения и т.д.

Класс «Loader» реализует функционал репозитория для извлечения данных из файла, загруженного пользователем, которые в дальнейшем он хранит. На основе этих данных он строит модель поверхности, которую описывают полученные данные. Так же по умолчанию он окрашивает модель в черный цвет.

Класс «Painter» предоставляет функционал для конвертирования цветов из цветовой модели RGB в HSV. Он реализует окрашивание модели на основе цветового куба в соответствии с выбранным пользователем диапазоном.

Класс «Point» - описывает свойства точки, такие как координаты в координатной сетке XYZ.

Класс «Surface» описывает такие свойства поверхности как: координаты ее точек, ширину и длину моделируемого участка поверхности и т.п.

Класс «Camera» описывает свойства наблюдателя, то есть точки обзора, которая характеризуется координатами местонахождения, направления взгляда, и направление оси OY.

2.2 Выбор инструментария

Спецификация OpenGL не привязана к конкретному языку программирования [12]. На официальном сайте OpenGL приводятся ссылки на привязки для языков Java, Фортран 90, Perl, Pike, Python, Ada, Visual Basic и Pascal. Имеются также варианты привязки OpenGL для языков C++ и C#.

Ввиду того, что имеется большой практический опыт разработки приложения с использованием язык программирования C#, компонент визуализации поверхностей третьего порядка будет разрабатываться на нем.

Для разботки была выбрана интегрированная среда разработки от корпорации Microsoft Visual Studio2015. Данная IDE была выбрана по ряду определяющих причин:

- Возможность регистрации разработанного компонента как библиотеки;
- Большой практический опыт разработки.

Другие рассмотренные IDE:

- MonoDeveloper;
- SharpDeveloper.

2.3 Графический конвейер спецификации OpenGL

Графический конвейер – программно-аппаратное средство, которое преобразует разработанную виртуальную модель предмета в массив ячеек растрового дисплея (Рисунок 2) [14, 15].



Рисунок 2 – Графический конвейер

На рисунке 3 показан графический конвейер спецификации OpenGL с использованием матричных операций.

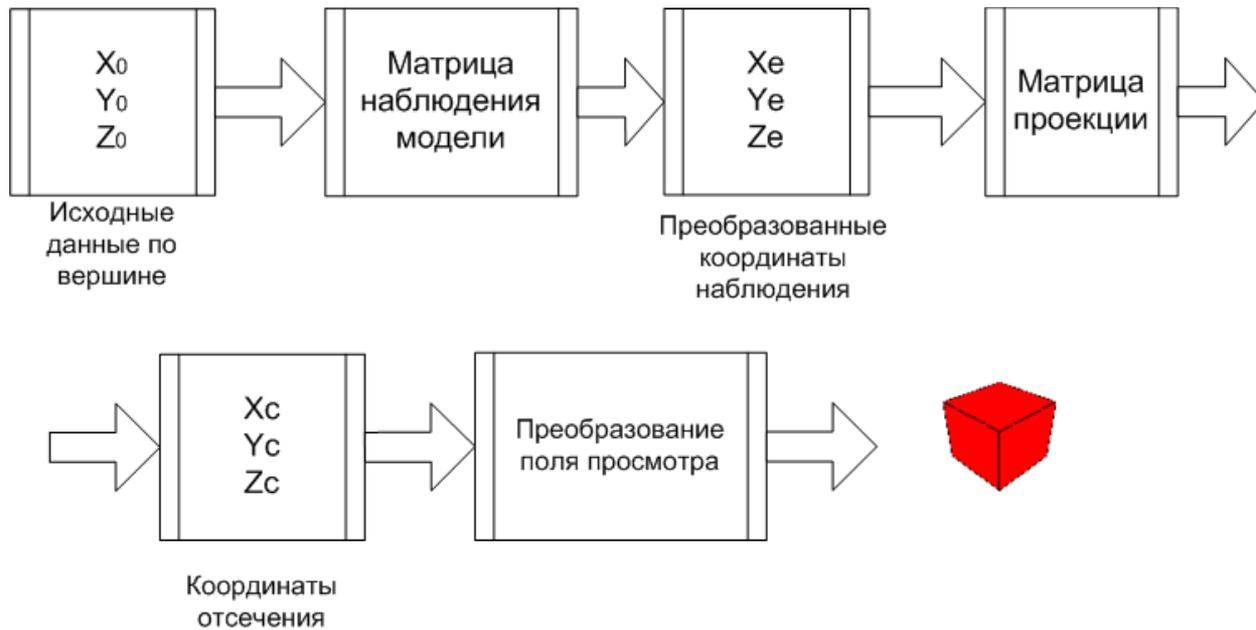


Рисунок 3 – Графический конвейер с точки зрения преобразования матриц вершин

Начинается процесс с получения массива точек и массива индексов, который описывает последовательность соединения точек из массива вершин. Вершины преобразуются нужным образом для того, чтобы получить

запрошенное изображение. Например, соотношение виртуальной реальности, размеров дисплея и области вывода графики, сохранение масштаба между предметами сцены и т.п. После этого с помощью массива индексов вершины соединяются в графические примитивы и фрагменты, а затем окрашиваются. Заключительный этап обработки – растеризация, т.е. построенная векторным способом проекция преобразуется в растровую и происходит ее расчет относительно пикселей экрана. На выходе мы получаем искомое изображение [16].

Преимущество разработанного компонента визуализации данных от описанных СКМ в разделе 1.1 «Актуальность разработки компонента визуализации» в том, что все сложные матричные вычисления для манипуляции с моделью поверхности проводятся уже в библиотеке OpenTK, реализующей спецификацию OpenGL в то время, как пользователь просто нажимает кнопки или манипулирует мышью. В СКМ пользователю пришлось бы самому сначала произвести эти вычисления (используя инструментарий СКМ), а потом по полученным результатам произвести построение модели.

2.4 Построение перспективной и ортогональной проекций модели объектов

Окружающий мир, который человек видит своими глазами, для него является проекцией окружающего мира.

Используемая спецификация предоставляет 2 способа отображения трехмерной проекции на плоскость [17]:

- Перспективная (Рисунок 4);
- Ортогографическая (Рисунок 5).

Перспективная проекция отображает виртуальную модель так, как видит человек окружающий мир.

Основные особенности перспективной проекции:

- Дальние предметы меньше размером, чем ближние;

– Очертания близлежащих предметов перекрывает удаленные.

Реализацию проекции можно увидеть на рисунке 4 [18].

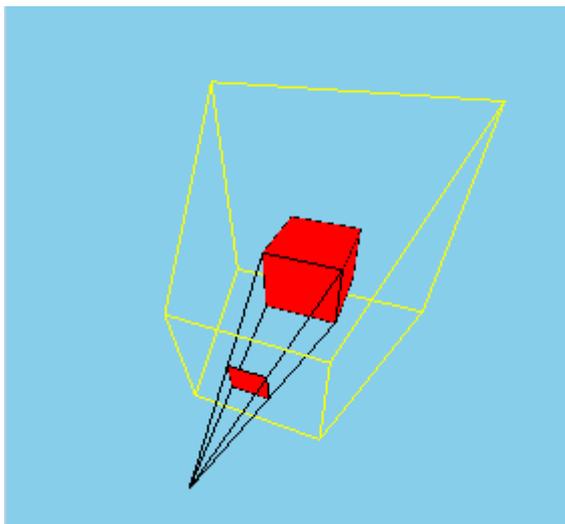


Рисунок 4 – Перспективная проекция

Ортографическая проекция отображает виртуальную модель с сохранением размеров предметов, как далеко друг от друга бы они не находились [17].

Создание проекции можно увидеть на рисунок 5 [18].

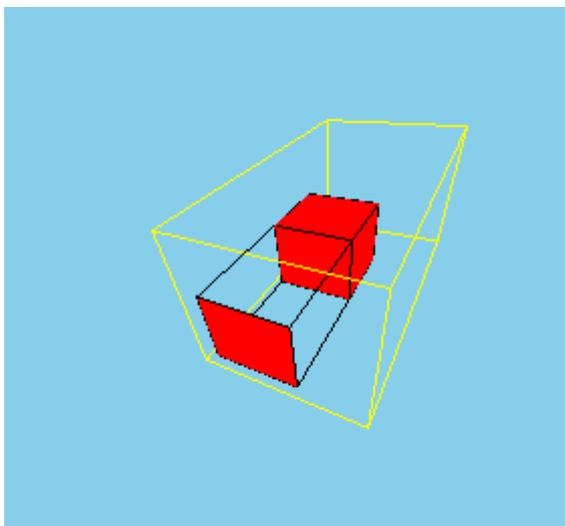


Рисунок 5 – Ортографическая проекция

В разработанном программном компоненте пользователю предоставлена возможность выбора типа проекции.

2.5 Способы визуализации 3D объектов

OpenGL поддерживает два способа передачи данных о вершинах виртуальной модели:

- С помощью примитивов;
- С помощью массивов вершин и индексов.

Оба способа реализуют построение модели на основе точек и режимов, которые содержат различные правила для объединения точек в полигоны [19]. Например, точка, отрезок, кривая линия, замкнутая линия, треугольник, квадрат и полигон.

При использовании метода визуализации, который задействует примитивы, происходит передача текущих вершин в конвейер и их отображение на элементе управления GLControl. Если нужно повторно использовать координаты какой – либо вершины, то их приходится отправлять в конвейер повторно [20].

При использовании массивов мы составляем массив вершин, в котором вершины пронумерованы и исключены повторы вершин, и составляем массив индексов, в котором используем номера вершин из массива вершин. При отправке в графический конвейер передаются массивы вершин индексов, а также режим, используя который нужно отобразить проекцию модели. Суть данной реализации в том, чтобы вершины организовать в виде некоторого «справочника вершин», а в массиве индексов происходит указание номеров вершин из массива вершин в том порядке, в котором их надо соединить [21].

2.5.1 Сравнение эффективности способов визуализации 3D объектов

На примере кубика были опробованы оба способа и выполнено сравнения времени обработки.

На рисунке 6 можно увидеть результат визуализации куба с использованием графических примитивов.

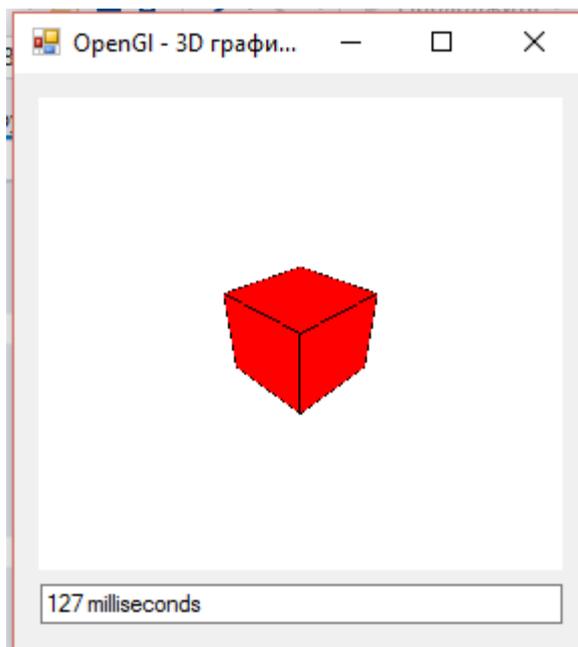


Рисунок 6 – Построение перспективной проекции с использованием примитивов

Кубик рисуется с помощью примитива «Полигон».

Другой способ реализации – способ с использованием массивов вершин и индексов представлен на рисунке 7.

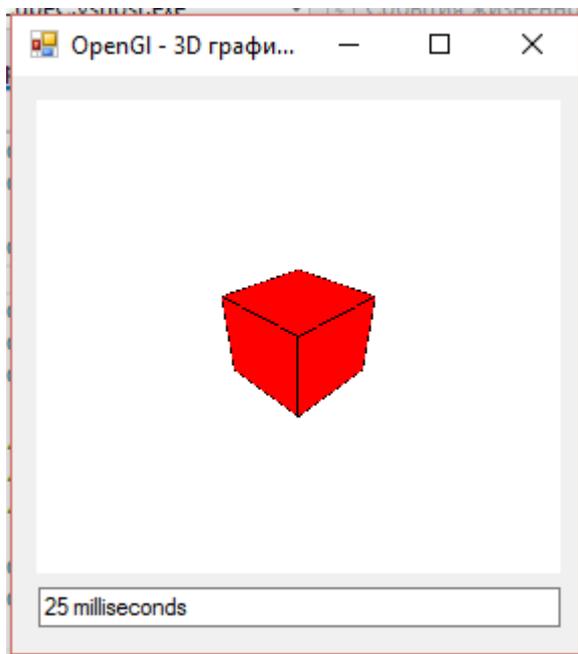


Рисунок 7 – Построение перспективной проекции с использованием массива вершин и индексов

Из рисунков 5-6 видно, что способ построения проекции играет важную роль в быстродействии программы. При построении куба требуется только 8 точек, а время, затраченное на визуализацию различается уже в разы.

После проведенного анализа было принято решение использовать как способ передачи данных о модели массивы вершин и индексов, так как уже при малых количествах точек поверхности скорость эффективного построения по сравнению с примитивами увеличивается в разы.

2.6 Реализация построения поверхностей третьего порядка

Основными свойствами поверхности являются координаты всех ее точек. Однако, модель содержит дискретное количество этих точек. Задачей данного программного компонента является по этим точкам построить приближенную к исходной модели визуализацию поверхности или ее приближенный вариант.

Для решения данной задачи была использована частный случай триангуляция Делоне – карта высот.

Триангуляция Делоне – это разбиение на треугольники для заданного множества точек S на плоскости, при которой для любого треугольника все точки из S , за исключением точек, являющихся его вершинами, лежат вне окружности, описанной вокруг треугольника [22].

На рисунке 8 изображен пример карты высот для построения поверхности.

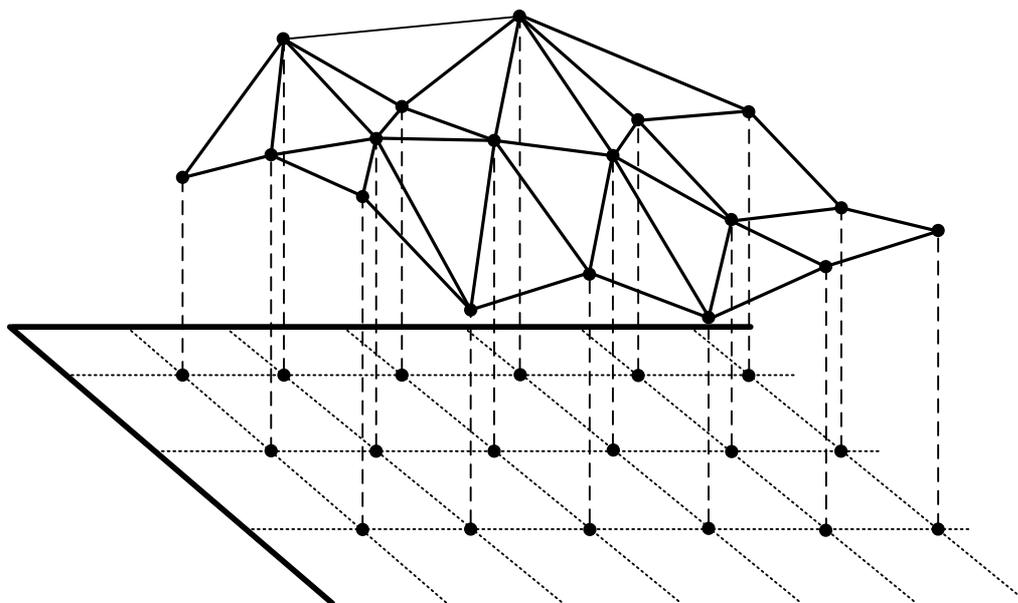


Рисунок 8 – Пример карты высот

2.7 Алгоритм окрашивания модели на основе «цветового куба»

Цветовой куб - это парадигма цветов на основе модели RGB [23].

RGB (аббревиатура английских слов red, green, blue — красный, зелёный, синий) или КЗС — аддитивная цветовая модель, как правило, описывающая способ кодирования цвета для цветовоспроизведения. Выбор основных цветов обусловлен особенностями физиологии восприятия цвета сетчаткой человеческого глаза. Цветовая модель RGB нашла широкое применение в технике: телевизорах и мониторах [24].

Для окрашивания так же будет использоваться цветовая модель HSV [25].

HSV (англ. Hue, Saturation, Value — тон, насыщенность, значение) или HSB (англ. Hue, Saturation, Brightness — тон, насыщенность, яркость) — цветовая модель, в которой координатами цвета являются:

- Hue — цветовой тон, (например, красный, зелёный или сине-голубой);
- Saturation — насыщенность;
- Value (значение цвета) или Brightness — яркость.

Исходными данными, на основании которых происходит окраска поверхности:

- Минимальное значение координаты поверхности по оси OY;
- Максимальное значение координаты поверхности по оси OY;
- Начальная цветовая координата по шкале HUE;
- Конечная цветовая координата по шкале HUE.

В данном компоненте визуализации используется шкала HUE диапазоном от 0 до 360, которую можно увидеть на рисунке 9 [25].

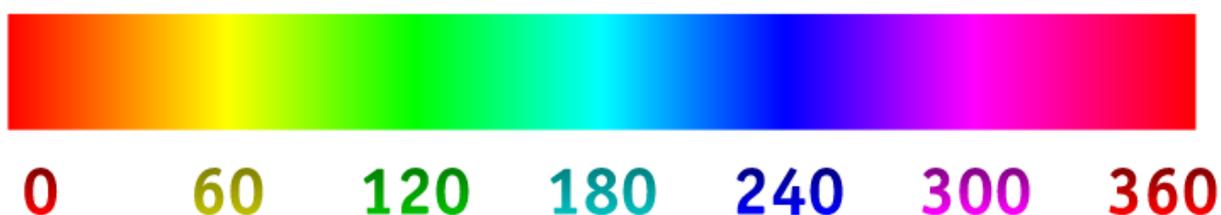


Рисунок 9 – Шкала HUE

Для наглядности алгоритм представлен в виде диаграммы деятельности на рисунке 10.

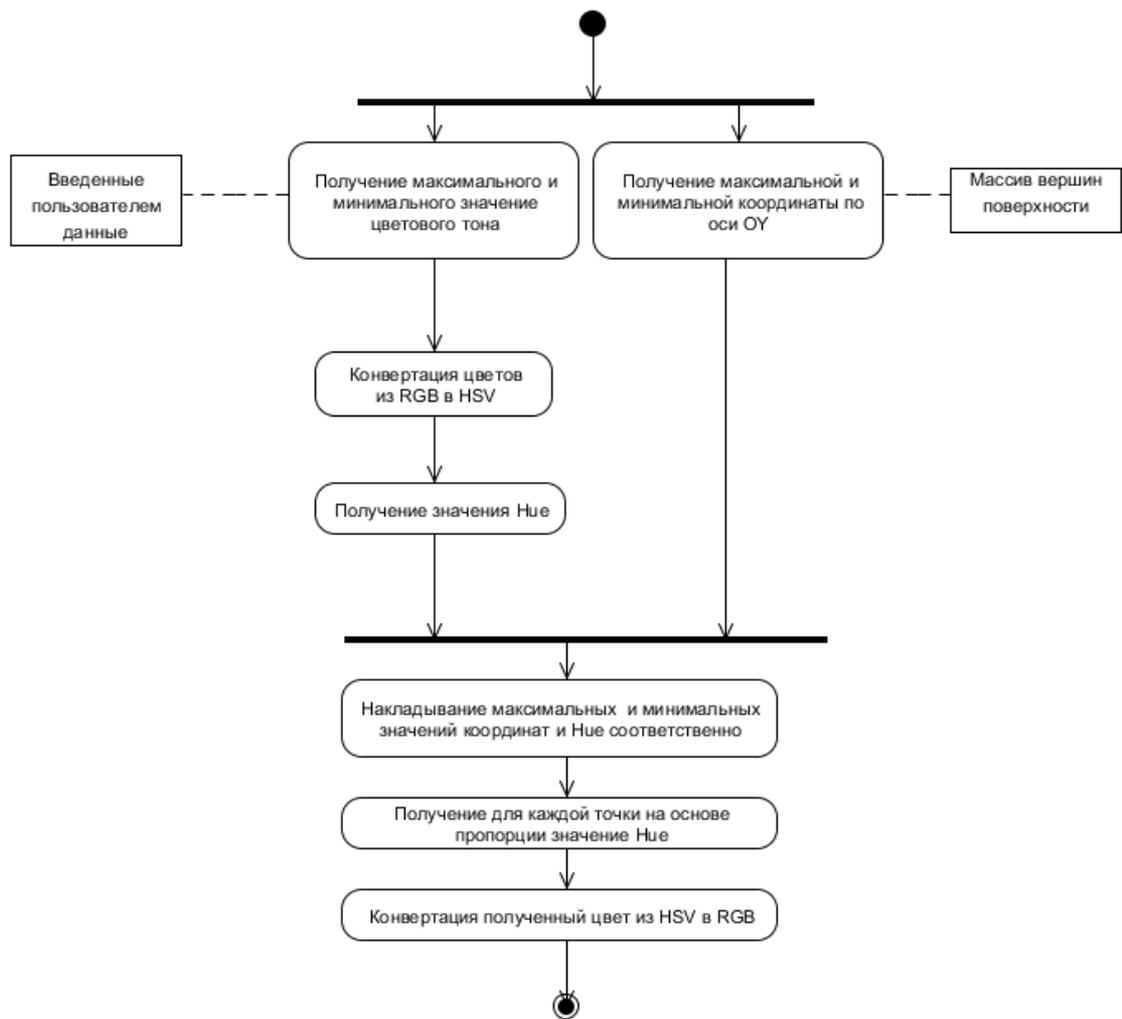


Рисунок 10 – Диаграмма деятельности алгоритма окраски модели на основе
цветового куба

Суть алгоритма окраски в том, чтобы для каждой точки с координатой по оси Y , найти соответствие на шкале HUE , путем совмещения начальных координат и конечных.

После того как была найдена величина цветового тона, задаются величины насыщенность и яркость, которым присвоены статические значения:

- Насыщенность - 0,5;
- Яркость – 0,5.

Полученный цвет модели HSV конвертируется в цветовую модель RGB .

2.8 Реализация COM - библиотеки

Для того, чтобы реализовать COM – библиотеку следует разработанные классы поместить в один проект библиотеки классов.

В свойствах библиотеки класса нужно указать свойство «Регистрация для COM - соединения», как показано на рисунке 11.

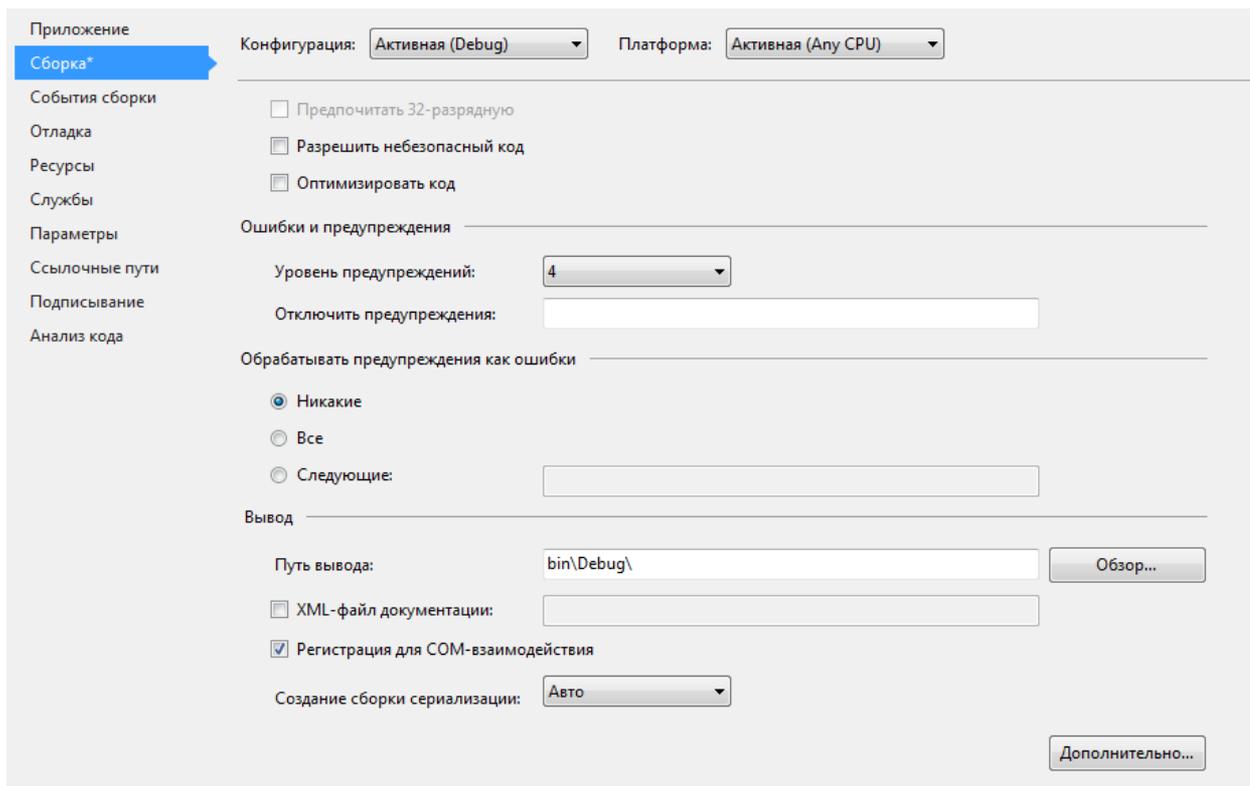


Рисунок 11. Настройка библиотеки

2.9 Пользовательский интерфейс компонента визуализации

Графический интерфейс разработанного компонента представлен одной формой, которая изображена на рисунке 12.

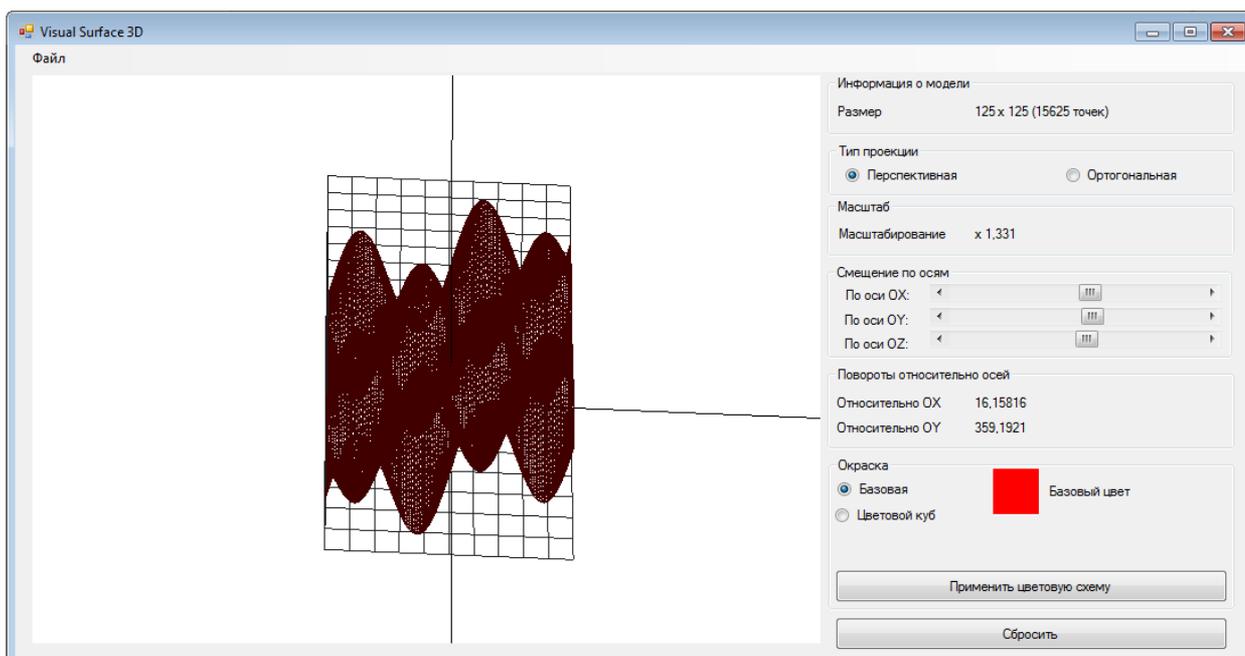


Рисунок 12. Графический интерфейс компонента

Из рисунка видно, что форма логически делится на две части:

- Элемент вывода проекции модели;
- Боковая панель для манипуляций над построенной моделью поверхности;
- Горизонтальное меню для манипулирования данными о модели (открытие файла с данными о модели в формате json и сохранение проекции модели с произведенными модификациями в файлы изображений форматов jpg и bmp).

Первом этапом работы в компоненте является взаимодействие с горизонтальным меню, так как пользователю надо загрузить информацию о модели, которую ему нужно построить. После выбора файла компонент сразу производит рендеринг модели, проекция которой будет отображена в элементе вывода.

С левой стороны находится элемент вывода проекции элементом управления `GLControl`, с помощью которого производится отображение полученной визуализации поверхности.

С правой стороны представлена панель с информацией о модели и инструментария для манипулирования загруженной моделью. Информация о модели содержит данные о размере модели в виде длины и ширины, выраженных в точках, а также количестве точек в модели.

Помимо представленного в боковой панели функционала, его часть доступна на элементе вывода в интерактивного взаимодействия с пользователем посредством компьютерной мыши. Например, повороты и масштабирование модели.

Компонент реализует весь заявленный в виде задач функционал.

Пользователь может сам выбрать тип проекции модели. Пример построения ортогональной и перспективной модели представлены на рисунках 13-14.

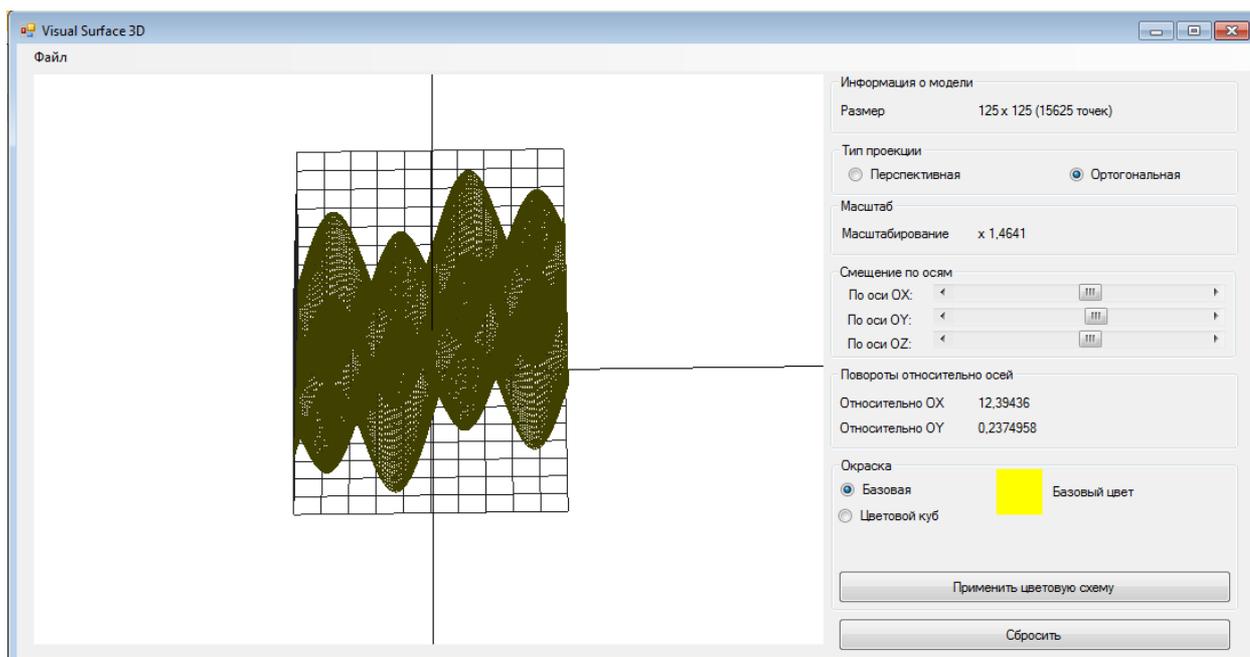


Рисунок 13. Перспективная проекция модели

Проекция, представленная на рисунке 13, строится по умолчанию.

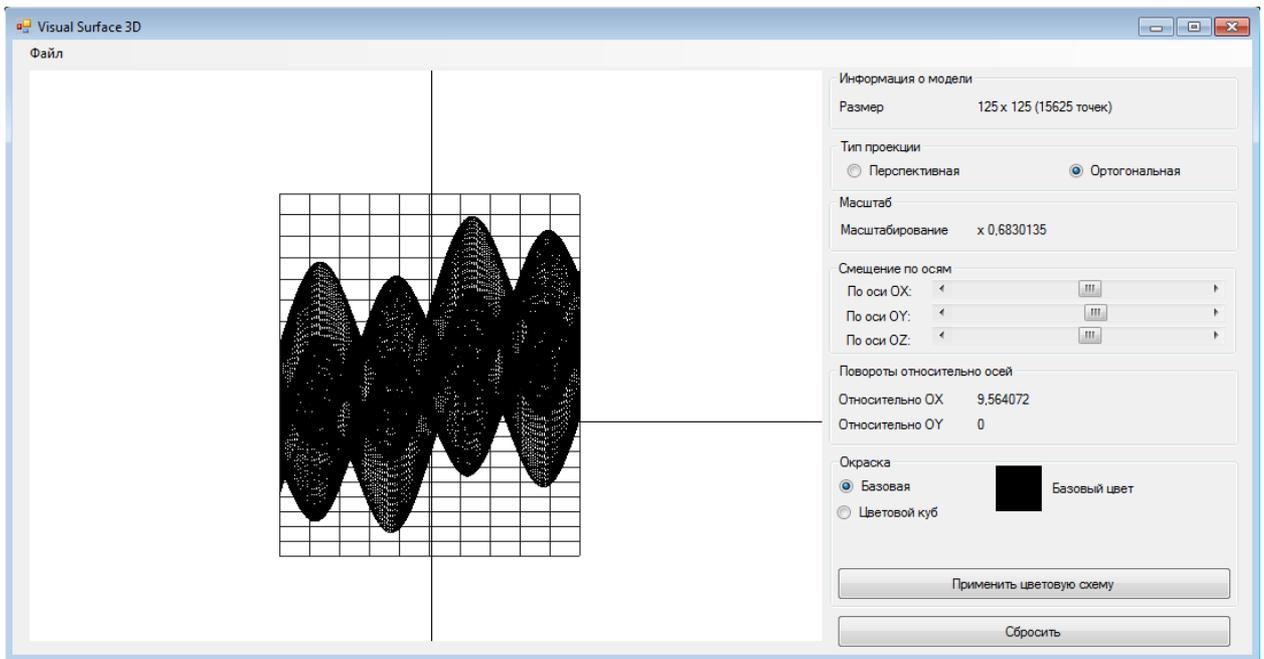


Рисунок 14. Ортогональная модель.

Компонент визуализации позволяет смещать модель относительно осей с помощью элемента управления HorizontalScrollBar. Пример смещения модели представлен на рисунках 15-17.

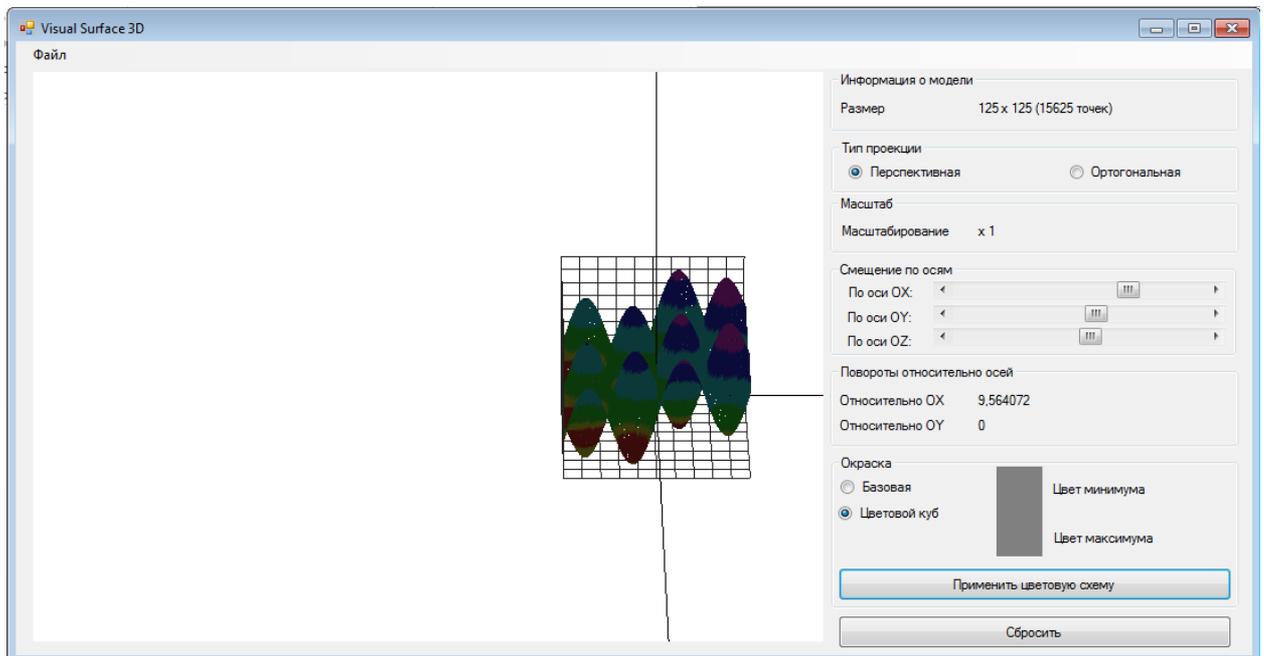


Рисунок 15. Смещение относительно оси OX

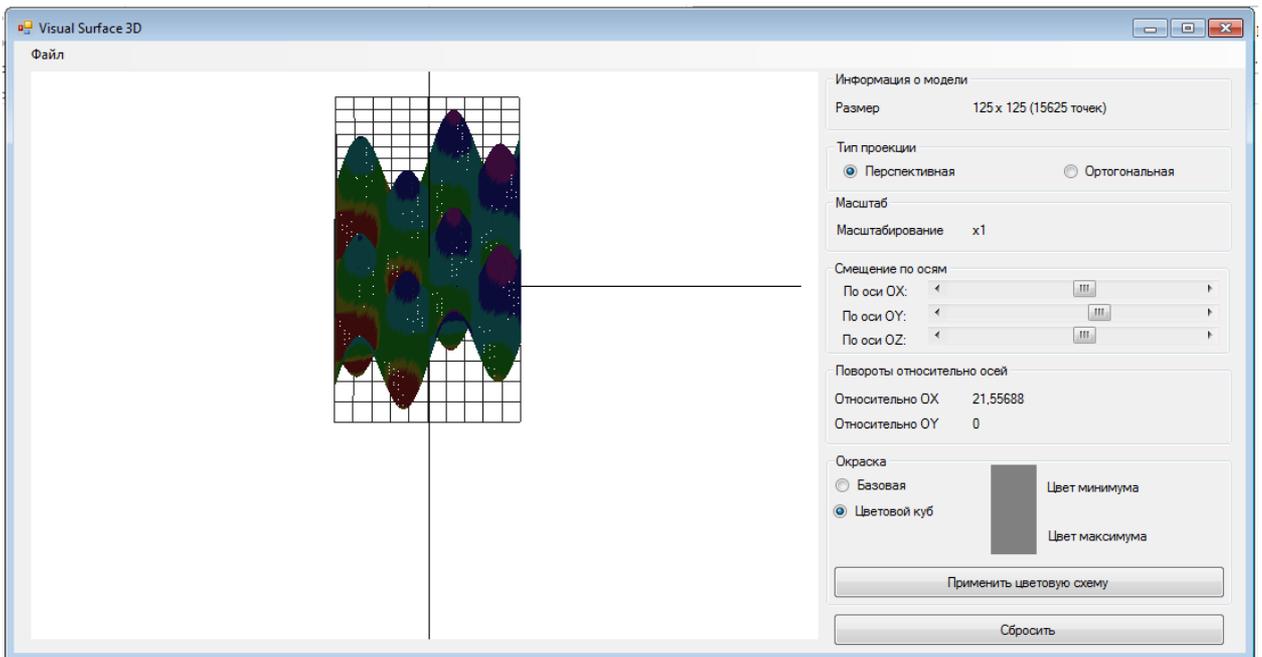


Рисунок 16. Смещение относительно оси OY

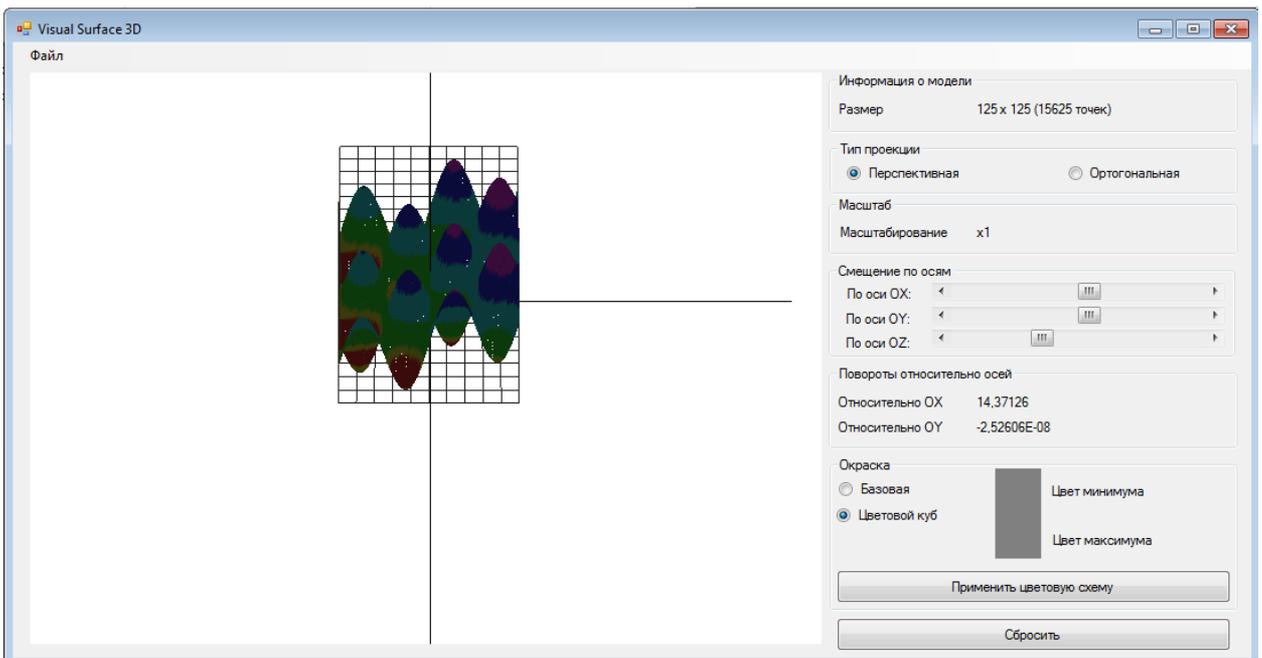


Рисунок 17. Смещение относительно оси OZ

Пользователь может произвести окраску модели на основе базовой цветовой схемы и на основе цветового куба. Базовая цветовая схема подразумевает окрашивание модели с один цвет, выбранный пользователем или по умолчанию (черный). Окраска модели на основе куба означает использование цветового интервала, выбранного пользователем, или

интервала по умолчанию. Примеры окрашивания приведены на рисунках 18-19.

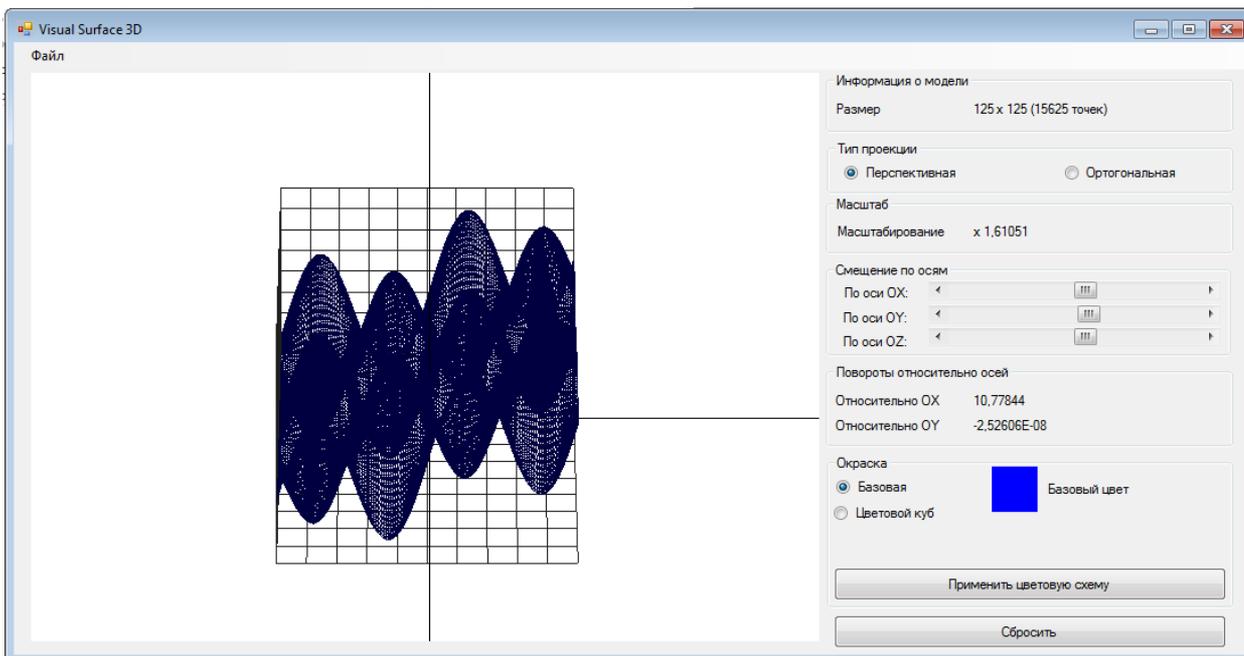


Рисунок 18. Окрашка на основе базовой цветовой схемы.

По умолчанию строится модель, окрашенная в черную базовую схему.

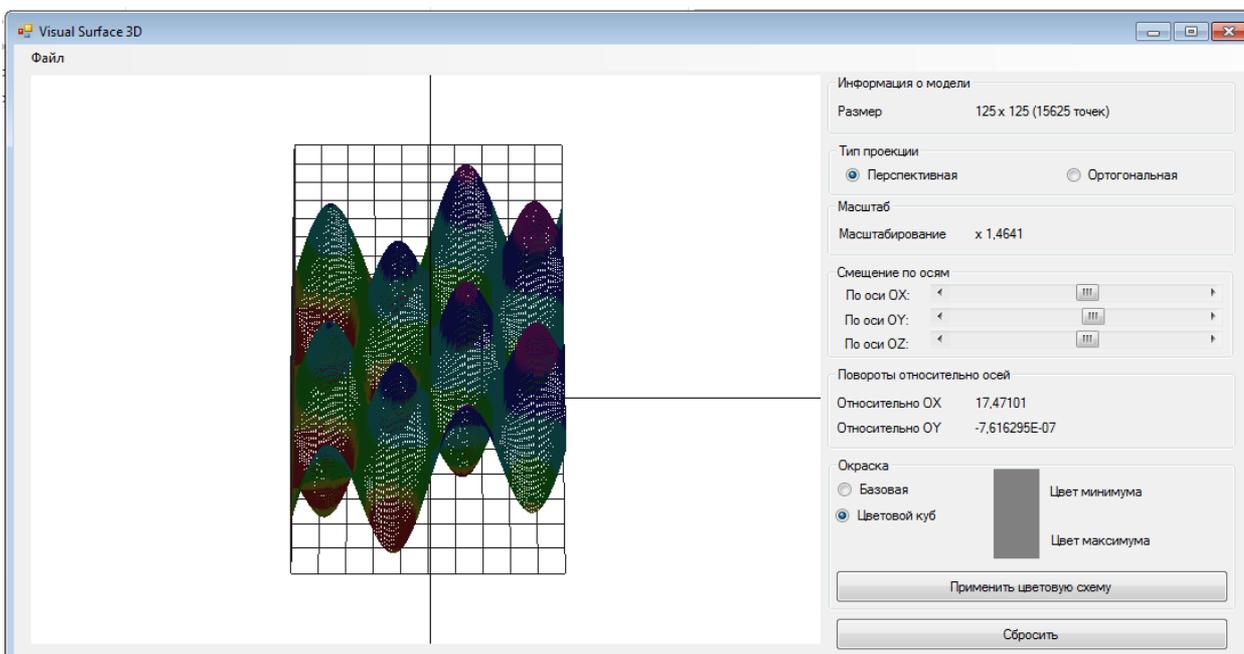


Рисунок 19. Окрашка на основе цветowego куба с использованием интервала по умолчанию.

Цвета пользователь может выбрать, нажав на элементы PictureBox и вызвав ColorDialog.

В компоненте предусмотрена возможность откатить текущую проекцию модели к стартовому виду с помощью кнопки «Сбросить».

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Большинство доступных на данный момент программных продуктов, предназначенных для обработки научных данных, включают инструменты, реализующие общие методы обработки и визуализации, удовлетворяющие требованиям задач общего анализа. Инструменты визуализации данных, предоставляемые таким программными продуктами, не предоставляют возможности модифицировать их необходимым для настоящей работы образом.

Характер данных, с которыми ведётся работа в рамках проекта, для которого предназначен разрабатываемый компонент, не позволяет осуществить их передачу в реальном времени для дальнейшей обработки в какой-либо из сторонних аналитических программных продуктов. По этой причине путём достижения необходимого результата была выбрана разработка собственного компонента визуализации 3D поверхностей.

Разработанный компонент осуществляет хранение и передачу результатов расчетов, интерпретацию их в виде модели поверхности третьего порядка, расчет и вывод проекции трехмерного построения с нанесением необходимых отметок и шкал, необходимых для зрительного анализа результатов визуализации пользователя.

Пользовательский интерфейс, предоставляемый компонентом, позволяет изменять параметры построения и вывода изображения в режиме реального времени. Программный интерфейс компонента позволяет многократно производить повторную обработку данных и построение их визуализации, а также автоматическое изменение параметров построения во время исполнения специализированным ПО, в которое было произведено интеграция компонента.

3.1 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения возможных альтернативных путей проведения научных исследований использовался морфологический подход.

Морфологическими характеристиками являются:

- Интегрированная среда разработки;
- Формат хранения данных;
- Типы проекций моделей поверхностей;
- Форматы хранения полученных визуализаций.

В таблице 7 представлена морфологическая матрица проекта.

Таблица 7. Морфологическая матрица проекта

	Исполнение 1 (И1)	Исполнение 2 (И2)
А. Интегрированная среда разработки	Visual Studio 2015	Visual Studio 2017
Б. Форматы хранения данных	JSON	XML
В. Типы проекций моделей поверхностей	Перспективная	Ортогональная
Г. Форматы хранения полученных визуализаций	JPG, BMP	PNG, BMP

Из данной морфологической матрицы проекта можно выделить как минимум три варианта разработки (исполнения):

И1. А1Б1В1Г1;

И2. А2Б1В2Г1;

ИЗ. А1Б2В1Г2.

Эти варианты исполнения будут использованы в дальнейшем при расчете временных показателей и составлении плана – графика выполнения комплекса работ по разработке. Также на их основании будет произведен расчет бюджета научно–технического исследования (НТИ) и выбора наиболее выгодного.

3.2 Планирование научно – исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Осуществление рационального планирования работы проводится с помощью отбора и обоснования комплекса работ. Так как рассматриваемая работа имеет не большой объём и требует постоянного состава исполнителей, то для планирования работ наиболее удобным является ленточный график планирования работы над темой.

Планирование комплекса предполагаемых работ с использованием линейного метода ведётся в следующем порядке:

- Составляется перечень работ;
- Определение исполнителей на каждый вид работы;
- Определяется трудоемкость работ;
- Строится линейный график в виде диаграммы Ганта.

Процесс реализации данной научно-исследовательской работы состоит из следующих основных этапов:

- Исследование и анализ предметной области;
- Разработка компонента;
- Оформление документации и подготовка к сдаче разработки.

В процессе осуществления разработки могут быть задействованы студент и научный руководитель. Научный руководитель направляет на работу, определяет цели, контролирует работу студента, оценивает результаты проделанной работы и дает рекомендации. Студент полностью отвечает за исследования и разработку.

Большое значение имеет выявление возможностей параллельного выполнения отдельных работ, так как это позволяет существенно сократить общую продолжительность работ. Для того, чтобы выполнить поставленную задачу в срок при наименьших затратах средств, составляется план-график, в котором рассчитывается поэтапная трудоемкость всех работ. Назначение исполнителей на каждом этапе работы представлено в таблице 8.

Таблица 8. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей.

Основные этапы	№ работ	Содержание работ	Должность исполнителя
Исследование и анализ предметной области	1	Изучение и оценка существующих решений	Студент
	2	Определение функций разрабатываемого программного компонента	Студент, научный руководитель
	3	Определение и постановка целей	Научный руководитель
	4	Подбор и изучение литературы и технологий	Студент
Проектирование, разработка и тестирование разработанного компонента визуализации	1	Выбор технологий	Студент
	2	Проектирование программного компонента	Студент
	3	Разработка программного компонента	Студент
	4	Тестирование и отладка программного компонента	Студент, научный руководитель
Оформление документации и подготовка к сдаче работы	1	Подготовка отчета о проделанной работе	Студент, научный руководитель
	2	Оформление графического материала	Студент

3.2.2 Определение трудоемкости работ

В связи с тем, что трудовые затраты в большинстве случаев составляют основную часть стоимости разработки, особенно при разработке программных продуктов, важным является определение трудоемкости работ исполнителей. Для расчета продолжительности выполнения работ использовался вероятностный метод.

Трудоемкость работ – затраты рабочего времени на производство единицы продукции – определяется по сумме трудоемкости этапов и видов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях, и носит

вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов, поэтому ожидаемое значение трудоемкости t_i рассчитывается по формуле 1:

$$t_{ожі} = \frac{3 * t_{minі} + 2 * t_{maxі}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения отдельных видов работ, чел.-дни;

$t_{minі}$ – минимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел.-дни;

$t_{maxі}$ – максимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел.-дни;

После подсчета ожидаемой трудоемкости отдельных видов работ можно посчитать продолжительность этих работ в рабочих днях с учетом численности исполнителей работ. Для этого нужно воспользоваться формулой 2:

$$T_{рі} = \frac{t_{ожі}}{Чі}, \quad (2)$$

где $T_{рі}$ – продолжительность i -ой работы, рабочие дни;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы, человеко-дни;

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

3.2.3 Составление графика проведения комплекса работ по разработке программного компонента

Для удобства построения графика проведения комплекса работ по разработке компонента визуализации необходимо перевести длительность каждого из этапов работ из рабочих в календарные дни с помощью формулы 3.

$$T_{кі} = T_{рі} * k_{кал}, \quad (3)$$

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

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

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

Коэффициент календарности можно вычислить по формуле 4.

$$K_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности;

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

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

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

Коэффициент календарности равен 1,48, так как количество дней в году - 365 (невысокосный), а суммарное количество выходных и праздников равно 118 дней.

Таблица с рассчитанными временными показателями проведения работ по разработке компонента визуализации представлена в приложении А. Ленточная диаграмма Ганта по высчитанным временным показателям была построена в приложении GanntProject и представлена в приложении Б.

3.3 Бюджет разработки компонента визуализации

В состав затрат по созданию программы включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим пунктам затрат:

- Материалы и покупные изделия;
- Основная заработная плата;
- Отчисления в социальные фонды;
- Оборудование для выполнения работ;
- Услуги сторонних организаций;
- Накладные расходы;
- Прочие расходы.

3.3.1 Расчет материальных затрат на разработку

Эти затраты отражают стоимость материалов с учетом транспортно-заготовительных расходов (3% от стоимости материалов), используемых при разработке проекта.

Итоговая сумма материальных затрат можно посчитать по формуле 5:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i * N_{\text{расх}_i}, \quad (5)$$

Где k_T - коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы;

m – количество потребляемых материалов и покупных изделий, потребляемых при разработке;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}_i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при разработке.

Использованные в ходе разработки компонента материальные ресурсы представлены в таблице 9.

Таблица 9. Затраты на расходные материалы.

Наименование материалов и покупных изделий	Единицы измерений	Количество единиц	Цена за единицу, рублей за единицу	Итоговая стоимость, рублей
Бумага белая, формат А4	Упаковка	1	210	210
Набор цветных картриджей для МФУ	Упаковка	1	5000	5000
Ручка шариковая, синяя	Штука	2	20	40р
Транспортно заготовительные расходы			3% от стоимости материалов	158
Итого				5408

В результате подсчетов материальные затраты по проекту составляет 5408 рублей.

3.3.2 Основная заработная плата исполнителей проекта

В этом разделе планируется и рассчитывается основная заработная плата исполнителей проекта (в данном случае студента и научного руководителя), непосредственно участвующих в разработке, доплаты по районным коэффициентам и премиям.

Зарботная плата рассчитывается по формуле 6:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (6)$$

где $Z_{\text{зп}}$ – заработная плата исполнителя;

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата исполнителя;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата исполнителя (12% – 20% от размера основной заработной платы).

Основную заработную плату можно получить по формуле 7.

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} * T_{\text{р}}, \quad (7)$$

где $Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата исполнителя;

$T_{\text{р}}$ – продолжительность работ, выполняемых исполнителем.

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} * M}{F_{\text{д}}}, \quad (8)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад исполнителя, рубли;

M – количество месяцев работы равно:

- При отпуске в 24 рабочих дня $M = 11,2$ месяца, 5 – дневная неделя (для научного руководителя);
- При отпуске в 48 рабочих дней $M = 10,4$ месяца, 6 дневная неделя (для студента);

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени персонала по разработке, (для студента составляет 275 рабочих дней, а для научного руководителя – 247 рабочих дней).

Должностные оклады исполнителей проекта согласно приказу ТПУ представлены в таблице 10.

Таблица 10. Месячные должностные оклады исполнителей

Исполнитель	Районный коэффициент (для Томска)	Размер месячного должностного оклада, рубли	Размер оклада с учетом коэффициента (З _м), рубли
Научный руководитель (должность – доцент, степень – кандидат технических наук)	1,3	23264,86	30244,32
Студент	1,3	6204	8065,2

За оклад студента был взят минимальный размер оплаты труда.

На основе полученных окладов была рассчитана среднедневная заработная плата:

$$1. Z_{\text{дн}} (\text{студент}) = \frac{8065,2 \cdot 10,4}{275} = 305,01 \text{ рубля}$$

$$2. Z_{\text{дн}} (\text{научный руководитель}) = \frac{30244,32 \cdot 11,2}{247} = 1371,4 \text{ рубля}$$

Расчет затрат на основную заработную плату приведен в таблице 11.

Таблица 11. Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб.	Длительность работ, раб. дни			Фонд заработной платы, руб.			
			1	2	3	1	2	3	
									И
Студент	8065,2	305,01	0	0	7	2	2	2	3485,77
Научный руководитель	30244,32	1371,4	3	3	3	1	1	1	7828,2

Итого	3 9178,9	3 9178,9	4 1313,9 7
-------	-------------	-------------	------------------

3.3.3 Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле 9.

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}, \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (принимается 0,12 – 0,15);

$Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата.

Подсчет дополнительной заработной платы и итоговой заработной платы на основе предыдущих подсчетов приведен в приложении В.

3.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (Страховые отчисления)

К отчислениям во внебюджетные фонды относятся отчисления:

- отчисления органам государственного социального страхования (ФСС);
- отчисления в пенсионный фонд (ПФ);
- отчисления медицинского страхования (ФФОМС).

Сумма отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается на основе затрат на оплату труда исполнителей и может быть вычислена по формуле 10.

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (10)$$

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

Размер коэффициента определяется законодательно и в настоящее время согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен в

размере 30%. Однако, на основании пункта 1 статьи 58 Федерального закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году введена пониженная ставка – 27,1%.

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в виде таблицы 12.

Таблица 12. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Дополнительная заработная плата, руб.		
	И	И	И	И	И	И
	1	2	3	1	2	3
Студент	21350,7	21350,7	23485,77	2775,59	2775,59	3053,15
Научный руководитель	17828,2	17828,2	17828,2	2317,67	2317,67	2317,67
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого						
Исполнитель 1	6538,22					
Исполнитель 2	6538,22					
Исполнитель 3	7192,05					

3.3.5 Контрагентные расходы

В этой статье учитываются расходы, связанные с полученными в процессе проектирования услугами от сторонних организаций. Затраты приведены в таблице 13.

Таблица 13. Расчет оплаты услуг сторонних организаций

Наименование услуги	Единицы измерений	Количество единиц	Цена единицы, рублей	Стоимость услуги, рублей
Доступ в Интернет	Мб	1024	2,5	2560
Итого				2560

3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы – расходы на организацию, управление и обслуживание процесса производства товара, оказания услуги; носят комплексный характер. Накладные расходы вычисляются по формуле 11.

$$Z_{\text{НКЛ}} = \text{сумма статей}(1 - 5) * k_{\text{НР}}, \quad (11)$$

где $k_{\text{НР}}$ – коэффициент накладных расходов (обычно берут в размере 16% от суммарным затратам).

Подсчет накладных расходам и приведение результатов расчетов по статьям представлено в таблице 14.

Таблица 14. Расчет затрат на накладные расходы

Статьи затрат	Сумма, руб.		
	И1	И2	И3
Материальные затраты НТИ	5408	5408	5408
Затраты на основную заработную плату исполнителям проекта	39178,9	39178,9	41313,97
Затраты на дополнительную заработную плату исполнителям проекта	5093,26	5093,26	5371

Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	6538,22	6538,22	7192,05
Контрагентные затраты	2560	2560	2560
Коэффициент накладных расходов	0,16		
Накладные расходы	9404,54	9404,54	9895,2

3.3.7 Бюджет НТИ

После того, как была рассмотрена каждая из статей расходов, можно приступить к формированию бюджета затрат проекта. Результаты вычисления итогового бюджета по каждому из исполнений проекта представлены в таблице 15.

Таблица 15. Бюджет НТИ.

Статья затрат	Сумма, руб.		
	И1	И2	И3
Материальные затраты НТИ	5408	5408	5408
Затраты на основную заработную плату исполнителям проекта	39178,9	39178,9	41313,97
Затраты на дополнительную заработную плату исполнителям проекта	5093,26	5093,26	5371
Затраты на отчисления во внебюджетные фонды	6538,22	6538,22	7192,05
Контрагентные затраты	2560	2560	2560
Накладные расходы	9404,54	9404,54	9895,2
Бюджет затрат НТИ	68182,92	68182,92	71740,2

При анализе составленного бюджета НИИ выявлено, что самым выгодным исполнением является первый или второй вариант исполнения, так как себестоимость продукта будет минимальной из возможной.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Предметом выпускной квалификационной работы является разработка программного компонента для визуализации научных данных в виде трехмерных поверхностей по входным данным формате JSON.

Пользователями данного компонента являются сотрудники предприятий, деятельность которых связана с цифровой обработкой различных сигналов. Данный компонент за счет эффективного быстродействия должен визуализировать большие объемы данных для дальнейшего визуального анализа и отчетности. Рабочим местом разработчика, выполняющего ВКР, является учебная аудитория кафедры АиКС, оснащенная персональными электронными вычислительными машинами (ПЭВМ).

Поскольку использование различной компьютерной техники оказывает влияние не только на здоровье ее пользователей, но и на окружающую среду, то необходимо обеспечить безопасность на рабочем месте для пользователя и разработчика, а также предусмотреть экологическую безопасность. Под обеспечением безопасности следует понимать предоставление необходимых благоприятных условий труда для работы.

Для того чтобы обеспечить такие условия, следует провести анализ вредных и опасных факторов, возникающих на рабочем месте, а также выявить все возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть на этапах взаимодействия с программным компонентом. Выявленные факторы и чрезвычайные ситуации (ЧС) определяются спецификой работы, которая связана с эксплуатацией ЭВМ. Следующим шагом в обеспечении безопасности труда является разработка организационных мероприятий по предотвращению и устранению неблагоприятных факторов, их причин возникновения и чрезвычайных ситуаций.

Соблюдение мер предосторожности и обеспечение безопасного рабочего места с благоприятными условиями позволит минимизировать или даже исключить производственное воздействие.

Ввиду большой значимости безопасности был разработан данный раздел, который содержит анализ влияния выявленных условий производственной среды для пользователей ЭВМ. Для противодействия им будут предложены мероприятия, направленные на исключение или минимизацию их вреда. Также будет рассмотрены безопасность окружающей среды и меры по ее обеспечению.

4.1 Производственная безопасность на этапе разработки и эксплуатации компонента

Так как деятельность по разработке компонента визуализации выполнялась на компьютере в учебной аудитории, то производственные условия труда программиста напрямую связаны с его эксплуатацией.

Производственные условия можно охарактеризовать влиянием опасных и вредных факторов на сотрудников.

Под вредными факторами принято понимать особые факторы труда и окружающих трудовых условий, имеющих потенциальный характер негативного влияния на организм пользователя и разработчика, поскольку они способствуют возникновению различных заболеваний и приводят к повышению утомляемости, и, как следствие, снижению работоспособности

Под опасными факторами понимают факторы, которые способны оказать одномоментное негативное влияние на здоровье человека.

4.2 Вредные факторы при разработке и эксплуатации ПК

4.2.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Одним из вредных факторов производственной среды считаются ненормированные показатели шума, так как они негативно влияют на физическое и психологическое здоровье. Примерами такого влияния шума являются: ухудшение работы органов слуха, снижение сосредоточенности и концентрации на решаемой задаче, что как следствие, влечет за собой снижение производительности труда, качество работы сотрудника[26]. Источниками шума могут быть внутренние причины: ЭВМ, установки вентиляции воздуха, работающие осветительные приборы, а также различная периферийные устройства (принтер, ксерокс, колонки и др.), вентиляционная система и внешние, которые проникают извне (улица, соседнее помещение и др.).

Во избежание негативных последствий, производственный шум должен соответствовать нормам, указанным в ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ[27] (Таблица 16).

В таблице 16 представлены допустимые уровни звука и звукового давления согласно ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ.

Таблица 16 – Допустимые уровни звука.

№	Вид трудовой деятельности	Уровни звукового давления, дБ, со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука (в дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
1	Рабочие места программистов вычислительных машин	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В ходе разработки компонента уровень шума на рабочем месте по субъективным ощущениям соответствует вышеуказанным нормам. Источниками шума на рабочем месте являются персональные ЭВМ, находящиеся в учебной аудитории, и поступающие извне звуки: улицы и коридора. При повышении показателя шума эффективны были следующие принятые меры:

- Закрывать форточку для снижения поступающего с улицы шума;
- Закрывать дверь для снижения шума, поступающего из коридора;
- Снизить нагрузку в настройках процессора, используемого ПЭВМ.

4.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Еще вредным фактором является недостаточная освещенность рабочей зоны, потому что пользователь ЭВМ основной объем информации получает посредством органов зрения. В виду данной специфики работы, освещенность рабочей зоны играет важную роль. Ее недостаток или избыток вынуждает пользователя использовать контрастный фон, что вызывает переутомление, снижение концентрации и производительности.

Причинами ее недостатка может являться недостаточность освещенности от искусственных и естественного источников.

Зрительная работа за ПЭВМ регламентируется согласно СНиП 23-05-95 [28] высокой точности и соответствует третьему разряду зрительных работ. Помещение для работы с персональным компьютером должно иметь искусственное и естественное освещение СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] и должна быть равна 200лк.

Рассчитаем освещённость учебной аудитории, в которой производилась разработка программного компонента. Необходимо рассчитать индекс помещения по формуле 12:

$$i = \frac{S}{h*(A+B)}, \quad (12)$$

где i – индекс помещения;

$S = 24 \text{ м}^2$, площадь помещения;

$h = 2,5 \text{ м}$, высота помещения;

$A = 6 \text{ м}$, длина помещения;

$B = 4 \text{ м}$, ширина помещения.

В результате вычислений индекс помещения $i = 0,96$. Коэффициент использования светового потока с люминесцентными лампами равен 43%. Рассчитаем освещённость помещения, исходя из того, что в ней установлено 2 люминесцентные лампы:

$$E_{\text{факт}} = \frac{N*n*\Phi_{\text{ст}}*\eta}{S*K_z*Z}, \quad (13)$$

где $E_{\text{факт}}$ – фактическая освещенность;

$N = 6$, число светильников в помещении;

$n = 1$, число ламп в светильнике;

$\Phi_{\text{ст}} = 2700 \text{ лм}$ (люминесцентные лампы), величина стандартного светового потока;

$\eta = 43\%$, коэффициент использования светового потока;

$S = 24 \text{ м}^2$, площадь помещения;

$K_3 = 1,5$, коэффициент запаса для помещений с малым выделением пыли;

$Z = 0,96$, коэффициент неравномерности освещения люминесцентных ламп.

В результате фактическая освещённость $E_{\text{факт}} = 202$ лк равна нормативной освещённости.

$$\Delta E = \frac{E_{\text{факт}} - E_{\text{н}}}{E_{\text{н}}}, \quad (14)$$

где ΔE – показатель разности между фактической и нормативной освещённостью;

$E_{\text{факт}} = 201$ лк, фактическая освещённость;

$E_{\text{н}} = 200$ лк, нормативная освещённость.

Как видно из результата вычислений, фактическое отклонение освещённости рабочего помещения составляет около 1%, что находится в границах допустимой нормы (20% от нормативной освещённости).

4.2.1.2 Умственное перенапряжение

Работа за ПЭВМ связана с серьезными нагрузками не только на зрение, но и на другие системы организма. Работа пользователя ЭВМ является высокоинтенсивным умственным трудом, в ходе которого существует опасность возникновения нервно-психического напряжения и перенапряжения, которые при дальнейшей нагрузке могут перейти в производственный стресс, а порой и в депрессивное состояние.

Правильная организация рабочего места и режима труда и отдыха согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] позволяют снизить влияние факторов сидячей работы. Рекомендовано организовывать перерывы на 10 - 15 мин через каждые 45 - 60 мин работы. Во время перерывов следует выполнять комплекс упражнений для всех частей, которые описаны в вышеуказанном документе[29]. Также полезно временно переключиться на другой вид работы.

4.2.1.3 Монотонный режим работы

Работник, работающий за ПЭВМ, выполняет умственный труд, обрабатывая большие объемы электронной информации. В ходе выполнения такой монотонной работы он находится в одном и том же положении тела и конечностей.

В совокупности это может привести к такому психофизическому фактору, как умственное перенапряжение (Подробнее в разделе 3.1.1.3. «Умственное перенапряжение»), а также и боли в различных мышцах (спины, шеи, кистей, зрительных), сухожилиях, суставах, позвоночнике, сухость и жжение в глазах. Такие факторы влекут за собой снижение производительности и качества труда, а также могут вызывать профессиональные заболевания. Например, снижение остроты зрения, остеохондроз, сколиоз, межпозвоночные грыжи, туннельный синдром запястья.

Рекомендации СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 позволяют снизить влияние факторов сидячей работы [29].

4.2.2 Опасные факторы при разработке и эксплуатации ПК

4.2.2.1 Опасность поражения электрическим током

Использование ПЭВМ и периферийного оборудования (принтер, сканер и др.) создает опасность поражения электрическим током. Рабочие помещения для работы с ПЭВМ классифицируются как помещения без повышенной опасности. Чтобы снизить опасность следует соблюдать нормы электробезопасности [30, 31].

Возможность поражения током увеличивается за счет того, что человек без помощи специального оборудования не способен определить напряжение.

Причинами поражения током может быть наличие нарушений изоляции, пробоя токопроводящих деталей ЭВМ, оголенные провода.

Проходя через организм, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие.

Термическое действие выражается в ожогах отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов и нервных волокон.

Электролитическое действие выражается в разложении крови и других органических жидкостей, вызывая значительные нарушения их физико-химических составов.

Биологическое действие проявляется в раздражении и возбуждении живых тканей организма, что может сопровождаться непроизвольным судорожным сокращением мышц, в том числе мышц сердца и легких. В результате могут возникнуть различные нарушения в организме, в том числе нарушение и даже полное прекращение деятельности органов дыхания и кровообращения.

Мерами по снижению возможности поражения электрическим током являются:

- защитное разделение сети;
- недоступность токоведущих частей, которые находятся под напряжением;
- перед началом работы убедиться, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих частей;
- при обнаружении неисправности оборудования и приборов необходимо, не делая никаких самостоятельных исправлений, сообщить человеку, ответственному за оборудование.

В аудитории, в которой выполнялась ВКР, при визуальном анализе возможности поражения током, явных причин поражения не выявлены. Провода закреплены вне досягаемости пользователя ЭВМ, отсутствие оголенных токоведущих частей, наличие фильтров.

4.2.2.2 Опасность возникновения пожара

Для снижения и исключения опасности возникновения пожара следует соблюдать пожарную безопасность, которая включает в себя комплекс организационно – технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, предотвращения пожара, ограничение его распространения. Также такой комплекс включает в себя создание условий для успешного тушения пожара. Рабочие помещения с ПЭВМ классифицируются как помещения категории «В» пожарной опасности [32].

Причинами пожара могут быть неисправности электрооборудования, неисправности освещения, неправильная эксплуатация, нарушения правил эксплуатации пожарных и производственных устройств. Последствиями пожара являются материальный ущерб собственности и физический вред сотрудникам.

Мероприятия по предупреждению и предотвращению пожаров:

- Оснащение этажей ручными углекислотным огнетушителями ОУ-2 и пожарными рукавами ПК-1 согласно ГОСТ Р 51057-01 [33];
- Наличие аптечки первой помощи в рабочем помещении пользователя;
- установка датчиков дыма, срабатывающих в случае возникновения задымления.

При визуальном анализе рабочего помещения были обнаружены ручные углекислые огнетушители ОУ-2, датчики дыма.

4.3 Экологическая безопасность

Этап разработки и эксплуатации программного компонента непосредственно связан с использованием ПЭВМ, которое может оказывать негативное влияние на окружающую среду.

4.3.1 Влияние процесса исследования на окружающую среду

4.3.1.1 Утилизация компьютерной техники

Уже на этапе производства компьютерной техники различные отходы и выбросы влияют на экологию. Также к таким негативным факторам могут относиться нерациональное использование электричества для работы на ПЭВМ не на полную мощность и отходы, получаемые в ходе неполной утилизации компьютерной техники.

Для того чтобы снизить опасность для окружающей среды в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [29] даются общие рекомендации:

- применять расходные материалы с высоким коэффициентом использования и возможностью их полного или частичного восстановления;
- использование экономных режимов работы;
- комплексная утилизация компьютерного лома.

4.3.2 Мероприятия по защите окружающей среды

4.3.2.1 Комплексная утилизация компьютерной техники

В настоящее время утилизация компьютерной техники является обязательной для компаний и организаций, осуществляющих ее плановое списание, с проведением всех утилизационных работ в специализированных предприятиях, имеющих все разрешительные документы на осуществление подобного рода деятельности [34]. В обратном случае для организаций, регулярно нарушающих правила утилизации компьютерной техники, действующим законодательством предусматривается ряд штрафных санкций,

начиная от значительных сумм штрафов и заканчивая приостановлением или полной ликвидацией деятельности. Утилизация компьютерной техники начинается с подачи заявления с перечнем компьютерной техники, подлежащей списанию и утилизации в организацию, осуществляющую данную деятельность.

Утилизация компьютерной техники предусматривает следующие этапы:

- Правильное заполнение акта списания с указанием факта невозможности дальнейшей эксплуатации, перечисленной в акте компьютерной техники, о чем имеется акт технического осмотра;
- Осуществление списания перечисленной в акте компьютерной техники с баланса предприятия с указанием в бухгалтерском отчете, так как утилизация возможна для осуществления только после окончательного списания;
- Непосредственно утилизация компьютерной техники с полным демонтажем устройств на составляющие детали с последующей сортировкой по видам материалов и их дальнейшей передачей на перерабатывающие заводы [35, 36]. Количество деталей, содержащих драгоценные металлы, оформляется отдельным актом.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1 Возможные чрезвычайные ситуации

Возможные чрезвычайные ситуации при работе с ПЭВМ – это пожар и поражение и электрическим током.

4.4.2 Типичная чрезвычайная ситуация

Наиболее типичная ситуация – пожар.

4.4.3 Мероприятия по предотвращению наиболее типичной ЧС

Самой распространенной чрезвычайной ситуацией для помещения является пожар, который может возникнуть вследствие технических неисправностей или нарушения техники безопасности (подробнее в разделе 3.1.2.2 «Опасность возникновения пожара»).

Для снижения вероятности пожара необходимо обеспечить регулярные проверки пожарной сигнализации и средств пожаротушения, поддерживать электрооборудование в исправном состоянии, своевременно проводить инструктажи и тренировки по технике безопасности и по действиям во время пожара. Нельзя блокировать эвакуационные выходы, должны выполняться требования правил технической эксплуатации и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок. Во всех служебных помещениях должен быть установлен «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники [37].

В случае возникновения чрезвычайной ситуации, необходимо предпринять меры по эвакуации людей из здания, в соответствии с планом расположенном на каждом этаже здания, а также производится оповещения людей по громкоговорителям, располжённным на каждом этаже здания. Если отсутствует прямая угроза здоровью, то необходимо произвести тушение

возгорания огнетушителем. В том случае, если контроль над пожаром утерян, то необходимо эвакуироваться и ждать приедов специалистов.

4.5 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.5.1 Описание правовых норм для работ, связанных с работой за ПЭВМ

Правильная организация рабочего места за компьютером позволяет минимизировать негативные факторы при работе с ним.

Рабочее помещение должно быть не меньше 6 кв.м. При наличии в помещении несколько ПЭВМ, необходимо, чтобы расстояние между рабочими столами было не меньше 2 м, а между боковыми поверхностями мониторов - не меньше 1,2 м. Также в нем непременно должно быть несколько окон. Помимо естественного освещения должно быть хорошее искусственное освещение (Подробнее в разделе 3.1.1.2 «Недостаточная освещенность рабочей зоны»).

В помещении желательно должен быть кондиционер или эффективная возможность вентиляции. В отделке помещения, где стоят компьютеры, рекомендуется использовать для отделки интерьера, должны быть разрешены органами Госсанэпиднадзора.

В помещении также должны соблюдаться нормативные показатели шума (Подробнее в разделе 3.1.1.1 «Повышенный уровень шума на рабочем месте»).

Так же рабочее место пользователя и разработчика должно быть удовлетворять необходимым условиям труда.

Стул должен обеспечивать рациональную рабочую позу пользователя, чтобы снизить напряжение мышц шейно-плечевой области. Стул или кресло должны регулироваться по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья. А само сиденье должно быть полумягким и нескользким. Лицо от экрана должно находиться подальше: оптимальное расстояние - 60-70 см, но не ближе 50 см.

Продолжительность непрерывной работы за компьютером не должна превышать больше 2 часов. Пользователи ПЭМВ должны соблюдать режим труда и отдыха для минимизации влияния ЭВМ на физическое и психическое здоровье (Подробнее в разделах 3.1.1.3 «Умственное перенапряжение» и 3.1.1.4 «Монотонность работы»).

Также Трудовым кодексом РФ ограничена рабочая неделя. Она не должна превышать 40 часов дней [38].

4.5.2 Влияние разработанного компонента на работу пользователя

Не смотря на быстрое развитие в IT-технологиях и разработке различного ПО, вопрос визуализации данных не теряет своей актуальности, так как данные, представленные графически, человеку легче понять, чем массив чисел.

Визуализация – не только способ подготовки данных к наблюдению и анализу человеком, но и способ отчетности.

На IT-рынке много приложений использующих 3D-визуализацию, однако она не является их основной «работой».

Многим знакомы программные продукты Mathcad, Matlab, Wolfram Mathematica или Maple. Они являются системами компьютерной алгебры, так как позволяют производить различные расчеты с нуля, используя встроенные инструменты, начиная с простой алгебры и заканчивая работой с матрицами и элементами программирования на собственном специфическом языке. Вследствие этого, продукты популярны, но и являются платными продуктами. Хотя у некоторых и есть из них бесплатная версия, но ни одна из них не позволяет производить 3D-моделирование данных. А стоит ли переплачивать за лишний функционал, который, может быть, даже не понадобится? Расчеты могут вестись в корпоративных системах, из которых потом экспортируются в различных форматах: xls, xml и набравший популярность JSON.

При разработке узкоспециализированных программных продуктов, связанных с цифровой обработкой сигналов, часто возникает задача отображения результатов расчета в виде двух- и трехмерных графиков в виду того, что визуализированные данные - это хороший инструмент анализа и отчетности.

Использование данного компонента в производственной деятельности предприятия позволит повысить эффективность и производительность труда сотрудников за счет сокращения времени, которое он потратит на выполнение той же задачи без его использования. Сокращение времени за эксплуатацией ПЭВМ снизит влияние вредных и опасных производственных факторов на его психическое и физическое здоровье.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом работы является разработанный программный компонент визуализации, реализованный с использованием низкоуровневой библиотеки OpenTK, Windows Form и языка программирования C#. Проанализировав все доступное на текущий момент программное ПО, можно сказать, что разработка кроссплатформенного и эффективного компонента по визуализации научных данных является актуальной задачей.

Разработанный компонент может быть интегрирован в специализированное ПО либо как подключаемая библиотека классов, либо с использованием COM – соединения. Так же он выполняет весь функционал, который был сформулирован как поставленные задачи: возможность загрузки входных данных в формате JSON файла, реализация построения поверхностей третьего порядка, окрашивание модели с учетом выбранной пользователем цветовой схемы (базовая, цветовой куб), возможность модификации модели (повороты, масштабирование, смещение и т. п.). Так же пользователю дается возможность сохранить результат работы с компонентом как файл в формате на выбор: JPG или BMP.

Дальнейшее направление развития данного программного компонента визуализации представлена расширением его функционала. Например, получение проекций модели на координатные плоскости. Это позволит наглядно находить точки максимума и минимума, которые являются необходимыми исходными данными для решения различных задач, в частности, при решении задач, связанных с цифровой обработкой сигналов.

CONCLUSION

The result of the work is the developed visualization software component implemented using the low-level library of OpenTK, Windows Form and C # programming language. Having analyzed all software available at the moment, it can be said that the development of a cross-platform and efficient component for visualizing scientific data is an urgent task.

The developed component can be integrated into specialized software using a COM connection. It also performs all the functional that was formulated as tasks: the ability to load input data in the JSON file format, the implementation of the construction of third-order surfaces, coloring the model with the user-selected color scheme (basic, color cube), the ability to modify the model (rotations, Scaling, offset, etc.). Also, the user is given the opportunity to save the result of work with the component as a file in a format to choose from: JPG or BMP.

The further direction of development of this software visualization component is represented by the expansion of its functionality. For example, obtaining projections of the model on the coordinate planes. This will make it possible to visually find the maximum and minimum points, which are the necessary initial data in the search for various deviations.

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Система компьютерной алгебры [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_компьютерной_алгебры, Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
2. Microsoft Excel [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel, Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
3. Сравнение всех продуктов компании Microsoft [Электронный ресурс] / Сайт корпорации Microsoft. URL: <https://products.office.com/ru-ru/compare-all-microsoft-office-products?tab=2>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
4. MathCad [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Mathcad#.D0.92.D0.B7.D0.B0.D0.B8.D0.BC.D0.BE.D0.B4.D0.B5.D0.B9.D1.81.D1.82.D0.B2.D0.B8.D0.B5_.D1.81_.D0.B4.D1.80.D1.83.D0.B3.D0.B8.D0.BC.D0.B8_.D0.BF.D1.80.D0.BE.D0.B3.D1.80.D0.B0.D0.BC.D0.BC.D0.B0.D0.BC.D0.B8. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
5. Системы компьютерной математики [Электронный ресурс] / Интуит. URL:<http://www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14311>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.

6. Визуализация [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Визуализация>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
7. Компьютерная визуализация [Электронный ресурс] / Сайт кафедры прикладной и компьютерной техники университета ИТМО. URL: http://aco.ifmo.ru/el_books/computer_visualization/lectures/1.html. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
8. Рендеринг [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Рендеринг>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
9. Графический адаптер [Электронный ресурс] / Устройство компьютера
URL:<http://www.tofma.ru/projects/contest/ber/graphic.html>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
10. GDI [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GDI>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
11. API [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/API>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
12. Графическая библиотека OpenGL [Электронный ресурс] / RSDN. URL: <https://rsdn.org/article/opengl/openglut2.xml#Е6>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.
13. DirectX [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека. URL: <https://rsdn.org/article/opengl/openglut2.xml#Е6>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 21.05.2017.

14. Графический конвейер [Электронный ресурс] / Академик. URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/631766>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
15. Графический конвейер [Электронный ресурс] / SavePearlHarbor. URL: <http://savepearlharbor.com/?p=164065>. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
16. Матрица: математическая “валюта” трехмерной графики в OpenGL [Электронный ресурс] / OpenGL Мастер.ru. URL: http://www.opengl-master.ru/view_post.php?id=51. Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
17. Перспективная и Ортогональная Проекция [Электронный ресурс] / Blender Wiki. URL: https://wiki.blender.org/index.php/Doc:RU/2.4/Manual/3D_interaction/Navigating/3D_View Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
18. Пишем эмулятор Кубика Рубика [Электронный ресурс] / Хабрахабр URL: <https://habrahabr.ru/post/173131/> Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
19. Визуализация 2D примитивов в OpenGL. Основы. [Электронный ресурс] / Esate.ru: Сообщество для изучения мультимедиа технологий URL: <http://esate.ru/uroki/OpenGL/uroki-OpenGL-c-sharp/osnovy-vizualizatsii-2D-primitivov-openGL/> Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
20. Примитивы и преобразования пространства в OpenGL на примере рисования куба [Электронный ресурс] / Компьютерная графика: теория, практика, примеры URL: http://compgraphics.info/OpenGL/draw_a_cube.php Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
21. OpenGL. Урок 3. Массивы вершин. [Электронный ресурс] / MicroTechnics URL: <http://microtechnics.ru/opengl-urok-3-massivy->

- [vershin/](#) Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
22. Триангуляция Делоне [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Триангуляция_Делоне Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
23. Цветовой куб [Электронный ресурс] / Мнемология URL: http://mnemology.blogspot.ru/2008/11/blog-post_19.html Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
24. RGB [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RGB> Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
25. HSV [Электронный ресурс] / Википедия: свободная библиотека URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/HSV_\(цветовая_модель\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/HSV_(цветовая_модель)) Режим доступа: свободный. Язык: русский. Дата обращения: 28.05.2017.
26. Безопасность жизнедеятельности: учебник / Э.А. Арустамов. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2006. – 476 с.
27. ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Общие требования безопасности. – М.: Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
28. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Центр проектной продукции в строительстве, 2011. – 70 с.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. Постановление. – Введ. 2003-06-30. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. – 31 с.
30. ГОСТ 12.1.009-76 «Электробезопасность. Термины и определения».

31. ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
32. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности. / Шебеко Ю.Н. – М.: ВНИИПО, 1998. – 119 с.
33. ГОСТ Р 51057-01. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – М.: Издательство стандартов, 2001. – 48 с.
34. Ст. 17 Федерального закона от 8 августа 2001 г. № 128-ФЗ "О лицензировании отдельных видов деятельности".
35. ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
36. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления, санитарная охрана почвы»
37. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.
38. Глава 16 Трудового кодекса РФ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

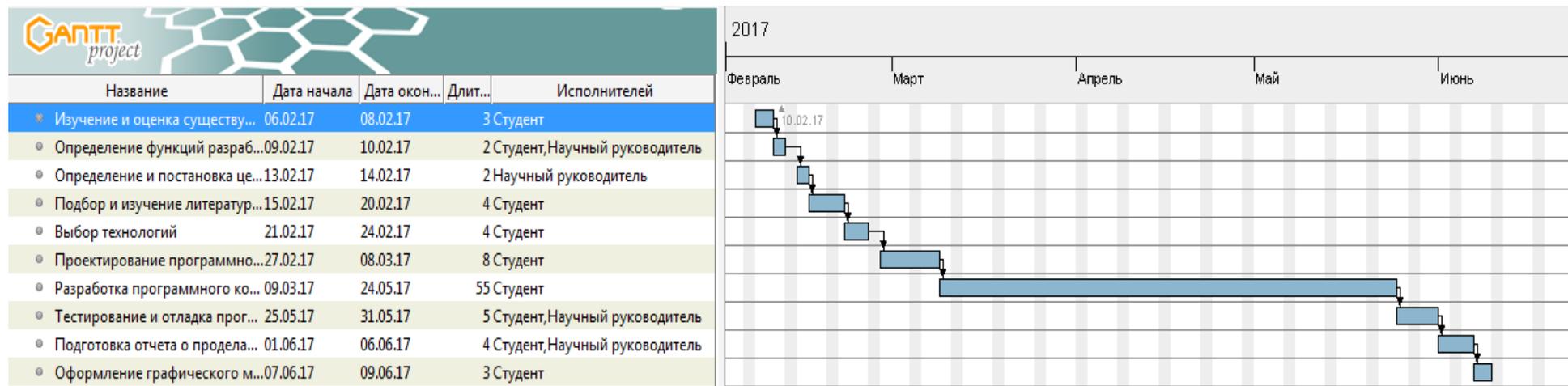
Временные показатели проведения научно-исследовательских работ

Название работы	Трудоемкость работ, человеко-дни									Длительность работ					
	Tmin			Tmax			toжi			Tr, рабочие дни			Tk, календарные дни		
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3
Изучение и оценка существующих решений	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	3	3	3
Определение функций разрабатываемого программного компонента	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	0,7	0,7	0,7	2	2	2
Определение и постановка целей	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	0,7	0,7	0,7	2	2	2
Подбор и изучение литературы и технологии	2	2	2	3	3	3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	4	4	4
Выбор технологий	1	2	2	2	3	3	1,4	2,4	2,4	1,4	2,4	2,4	4	4	4
Проектирование программного компонента	5	5	5	6	6	6	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	8	8	8
Разработка программного компонента	25	30	35	30	35	40	27	32	37	27	32	37	48	48	55

Название работы	Трудоемкость работ, человеко-дни									Длительность работ					
	T _{min}			T _{max}			toжi			Tr, рабочие дни			Tk, календарные дни		
	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3
Тестирование и отладка программного компонента	5	5	5	8	8	8	6,2	6,2	6,2	3,1	3,1	3,1	5	5	5
Подготовка отчета о проделанной работе	5	5	5	6	6	6	5,4	5,4	5,4	2,7	2,7	2,7	4	4	4
Оформление графического материала	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	3	3	3
Итого										46	52	57	83	83	90

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Диаграмма Ганта по вычисленным временным показателям



ПРИЛОЖЕНИЕ В

Расчет дополнительной заработной платы исполнителей проекта

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.			Коэффициент дополнительной заработной платы	Дополнительная заработная плата			Итоговая заработная плата		
	И 1	И 2	И 3		И 1	И 2	И 3	И 1	И 2	И 3
Студент	21350,7	21350,7	23485,77	0,13	2775,59	2775,59	3053,15	24126,29	24126,29	26538,92
Научный руководитель	1 7828,2	1 7828,2	1 7828,2		2 317,67	2 317,67	2 317,67	20 145,87	20 145,87	20 145,87
Итого					5093,26	5093,26	5371	44272,16	44272,2	46684,8