

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

---

Школа: Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Отделение школы (НОЦ): Информационных технологий

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности помещений</b>

УДК 681.518.3: 628.921: 53.082.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К.Э.Н		

По разделу «Социальная ответственность»

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

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	К.Т.Н.		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<b><i>Общепрофессиональные компетенции</i></b>	
P1	Воспринимать и самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.
P2	Владеть и применять методы и средства получения, хранения, переработки и трансляции информации посредством современных компьютерных технологий, в том числе в глобальных компьютерных сетях.
P3	Демонстрировать культуру мышления, способность выстраивать логику рассуждений и высказываний, основанных на интерпретации данных, интегрированных из разных областей науки и техники, выносить суждения на основании неполных данных, анализировать профессиональную информацию, выделять в ней главное, структурировать, оформлять и представлять в виде аналитических обзоров с обоснованными выводами и рекомендациями.
P4	Анализировать и оценивать уровни своих компетенций в сочетании со способностью и готовностью к саморегулированию дальнейшего образования и профессиональной мобильности. Владеть, по крайней мере, одним из иностранных языков на уровне социального и профессионального общения, применять специальную лексику и профессиональную терминологию языка.
<b><i>Профессиональные компетенции</i></b>	
P5	Выполнять инновационные инженерные проекты по разработке аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения с использованием современных методов проектирования, систем автоматизированного проектирования, передового опыта разработки конкурентно способных изделий.
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования в области проектирования аппаратных и программных средств автоматизированных систем с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта. Критически оценивать полученные данные и делать выводы.
P7	Осуществлять авторское сопровождение процессов проектирования, внедрения и эксплуатации аппаратных и программных средств автоматизированных систем различного назначения.
<b><i>Общекультурные компетенции</i></b>	
P8	Использовать на практике умения и навыки в организации исследовательских, проектных работ и профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов, в управлении коллективом.
P9	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, активно владеть иностранным языком, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P10	Совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень. Проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска, брать на себя всю полноту ответственности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности, способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, способность к педагогической деятельности.

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

---

Школа: Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Отделение школы (НОЦ): Информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_  
(Подпись)      (Дата)      (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич

Тема работы:

Автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ №2621/с от 16.04.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

**Исходные данные к работе**

*(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.).*

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Актуальность разработки системы</li> <li>— Исследование</li> <li>— Проектирование</li> <li>— Результаты работы</li> <li>— Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>— Социальная ответственность;</li> <li>— Заключение по работе.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация в формате *.pptx</p>

<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Рыжаккина Татьяна Гавриловна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева Ирина Ивановна</p>
<p>Research</p>	<p>Кудряшова Александра Владимировна</p>

<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>
<p>Исследование</p>
<p> </p>
<p> </p>

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p> </p>
--	----------

**Задание выдал руководитель:**

<p><b>Должность</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Ученая степень, звание</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>Доцент</p>	<p>Кочегурова Елена Алексеевна</p>	<p>к.т.н.</p>	<p> </p>	<p> </p>

**Задание принял к исполнению студент:**

<p><b>Группа</b></p>	<p><b>ФИО</b></p>	<p><b>Подпись</b></p>	<p><b>Дата</b></p>
<p>8ВМ6Г</p>	<p>Хотинский Алексей Валерьевич</p>	<p> </p>	<p> </p>

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

---

Школа: Информационных технологий и робототехники  
Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»  
Уровень образования: Магистратура  
Отделение школы (НОЦ): Информационных технологий  
Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

магистерской диссертации
--------------------------

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.05.2018 г.	Основная часть	60
18.05.2018 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
18.05.2018 г.	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кочегурова Елена Алексеевна	к.т.н.		

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

Студенту:

<b>Группа</b> 8ВМ6Г	<b>ФИО</b> Хотинский Алексей Валерьевич
------------------------	--

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	<b>Информационных технологий</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Использование информации, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах 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. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Планирование процесса управления НИИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НИИ
4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Проведение оценки экономической эффективности разработки системы распознавания пользователя по клавиатурному почерку

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НИИ
4. Расчёт денежного потока
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	14.03.2018
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		14.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич		14.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич

<b>Школа</b>	<b>ИШИТР</b>	<b>Отделение</b>	Отделение информационных технологий
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	09.04.01 Информатика и вычислительная техника

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

2.1.1 1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Приложение должно в автоматическом режиме следить за текущим уровнем освещенности. При несоответствии уровня освещенности в помещении с заданными параметрами алгоритм позволяет спрогнозировать какой вред — это может нанести здоровью человека и выполнить различного рода аналитику. Рабочие место: Офисное помещение в котором содержится стол, стул и ПК.
--	--

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<p><b>2.1.2 1. Производственная безопасность</b></p> <p>2.1.3 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>2.1.4 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– неблагоприятный климат;</li> <li>– недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>– повышенный уровень шума;</li> <li>– статические перегрузки;</li> <li>– монотонная работа.</li> </ul> <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– опасность поражения электрическим током;</li> <li>– короткое замыкание;</li> <li>– статическое электричество.</li> </ul> <p>Мероприятия по защите от вредных факторов включают в себя измерение текущих показателей вредных факторов и обеспечение соблюдения нормативных показателей. Для защиты от опасных факторов необходимо проводить организационные и технические мероприятия по предотвращению возникновения опасных ситуаций.</p>
2.1.5 2. Экологическая безопасность:	<p>Объекты, несущие угрозу окружающей среде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– люминесцентные лампы;</li> <li>– комплектующие ПК и оборудования.</li> </ul> <p>Необходимо обеспечить утилизацию объектов в специальных организациях.</p>

<p><b>2.1.6 3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>ЧС, которые могут возникнуть в процессе разработки и эксплуатации:          – пожар в здании.          Требуется следовать инструкциям, чтобы не допустить возникновения ЧС. Однако, если ЧС произошло, требуется вызвать соответствующие службы для ликвидации последствий ЧС.</p>
<p><b>2.1.7 4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p>	<p>Описание правил компоновки рабочего места с учетом специфики работы исполнителя проекта и пользователя программного продукта. Трудовой кодекс РФ ФЗ №197 от 30.12.01, СанПиН 2.2.4.548-96, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, ГОСТ 12.2.061-81.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич		01.03.2018



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 93 с., 29 рис., 29 табл., 24 источников, 2 прил.

Ключевые слова: освещенность, измерение, острота зрения, автоматизированная система, анализ данных, прогнозирование.

Объектом исследования является процесс измерения и анализа уровня освещенности, а также прогнозирование влияние несоответствующего нормам уровня освещенности на остроту зрения человека.

Целью работы является разработка автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности.

В процессе разработки проводился анализ требований предметной области.

В результате разработки реализован функционал автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности.

Областью применения является возможность использования данной системы как отдельного модуля к автоматизированной системе «умный дом».

Оценка экономической эффективности возможна по косвенным показателям, связанным с экономией затрат на разработку, тестирование и сопровождение данной автоматизированной системы.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ**

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Острота зрения — способность глаза воспринимать отдельно две точки, находящиеся друг от друга на определенном расстоянии.

Миопатия – это заболевание глаз, при котором больной человек не видит предметы, которые расположены далеко от него, но очень хорошо видит предметы, расположенные вблизи.

В данной работе применены следующие сокращения:

БД – База данных;

HTTP – HyperText Transfer Protocol;

ПО – Программное обеспечение;

АС – автоматизированная система;

UML – Unified Modeling Language;

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	14
1 Аналитический обзор .....	15
1.1 Имеющиеся аналоги .....	17
1.1.1 Люксметр.....	17
1.1.2 Умный дом.....	18
1.1.3 ALMS .....	19
2 исследование .....	21
3 Проектирование .....	27
3.1 Проектирование БД .....	27
3.2 Проектирование работы системы.....	27
3.2.1 Архитектура системы.....	27
3.2.2 Схема работы системы.....	33
3.3 Выбор инструментов для получения данных об освещенности .....	33
3.3.1 Фоторезистор.....	33
3.3.2 Цифровой датчик .....	34
3.3.3 Набор инструментов.....	35
3.3.4 Средства разработки.....	36
4 Результаты работы .....	38
5 Финансовый менеджмент .....	44
5.1 Предпроектный анализ.....	44
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	44
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	44
5.1.3 SWOT-анализ .....	46

5.1.4	Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	49
5.1.5	Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	50
5.2	Инициация проекта .....	51
5.2.1	Ограничения и допущения проекта .....	52
5.3	Планирование управления научно-техническим проектом .....	53
5.3.1	План проекта .....	53
5.3.2	Бюджет научного исследования.....	55
5.3.3	Организационная структура проекта.....	60
5.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	61
5.4.1	Оценка абсолютной эффективности исследования .....	61
5.4.2	Оценка сравнительной эффективности исследования.....	66
6	Социальная ответственность .....	70
6.1	Производственная безопасность .....	70
6.1.1	Микроклимат рабочего помещения.....	71
6.1.2	Производственное освещение .....	72
6.1.3	Производственные шумы.....	74
6.1.4	Монотонность труда.....	75
6.1.5	Степень нервно-эмоционального напряжения .....	76
6.1.6	Электробезопасность.....	77
6.1.7	Пожарная безопасность.....	78
6.2	Экологическая безопасность .....	79
6.3	Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	80
6.4	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .	82

Заключение .....	84
Список литературы .....	85
Приложение А – Раздел на иностранном языкеанных.....	87
Приложение Б – Схема работы приложения.....	93

## ВВЕДЕНИЕ

Освещенность – важный фактор производственной и окружающей среды. Рациональное освещение помещения и рабочих мест - один важнейших элементов благоприятных условия труда. При правильном освещении повышается производительность труда, улучшаются условия безопасности, снижается утомляемость. Успешное выполнение рабочих операций требует от него дополнительных усилий и большого зрительного напряжения. Неправильное и недостаточное освещение может привести к созданию опасных ситуаций.

Целью данной магистерской диссертации является разработка автоматизированной системы измерения и анализа освещенности помещений.

Данная система должна обладать следующими возможностями:

- сбор данных датчиками об уровне освещенности в помещениях;
- передача данных программному приложению;
- анализ полученных данных;
- сообщения о результатах анализа;
- советы по поддержанию уровня освещенности, для сохранения полноценного здоровья.

Актуальность темы заключается в том, что на сегодняшний день освещенность является одним из значимых факторов, влияющих на зрение человека.

Объектом исследования является процесс измерения и анализа уровня освещенности, а также прогнозирование влияние несоответствующего нормам уровня освещенности на остроту зрения человека.

В результате работы была разработана автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности, которая в автоматическом режиме получает данные о текущем уровне освещенности помещения, отображает полученные данные на графике, а также прогнозирует какой вред может нанести низкий уровень освещенности.

## 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Уровень освещенности – это поверхностная плотность светового потока, падающего на площадку заданной величины [1]. Измеряют ее в люксах (лк). Рекомендуемая норма освещенности зависит от того, чем именно вы планируете заниматься в комнате. Существуют ГОСТы и нормы СНиП для уровня освещенности в разных комнатах, будь то кухня, кабинет, прихожая, детская, офис, данные ГОСТы представлены в таблице 1 [2].

Таблица 1 – Нормы освещенности.

Кабинеты, рабочие офисы	300
Комнаты операторов ЭВМ	400
Книгохранилища, архивы	75
Комната заседаний	200
Производственный цех, работы малой точности	150-250
Производственный цех, работы средней точности	250-350
Производственный цех, работы высокой точности	400-500
Производственный цех, работы наивысшей точности	1000-5000

Достаточный уровень освещенности необходим в первую очередь для здоровья человека, а также поможет снизить затраты на потребляемую электроэнергию. Свет является необходимым условием существования человека. Он влияет на состояние высших психических функций и физиологические процессы в организме. Хорошее освещение действует тонизирующе, создает хорошее настроение, улучшает протекание основных процессов высшей нервной деятельности.

В зависимости от спектрального состава свет может оказывать возбуждающее действие и усиливать чувство тепла (оранжево - красный), или, наоборот, - успокаивающее (желто - зеленый), или усиливать тормозные процессы (синие - фиолетовый). Это используется при эстетическом оформлении производственных помещений, окраске оборудования и стен:

холодные тона - при высоких температурах и наличии источников тепловыделений, в жарком климате. Теплые тона - в случае пониженных температур, необходимости тонизирующего влияния производственной среды на работающих. Наиболее широко используется зеленый цвет, оказывающий благоприятное психологическое воздействие.

Наиболее значительное влияние освещение оказывает на функцию зрения, а через неё на производительность труда. Рациональное освещение играет важную роль в профилактике производственного травматизма.

Согласно статистике, в среднем при различных видах производственной деятельности число несчастных случаев, связанных с неудовлетворительным освещением составляет 30-50% от общего количества. При зрительной работе, не требующей высокой точности, около 1,5% травм со смертельным исходом происходит по причине плохого освещения.

Травматизм глаз при таких работах составляет 18-25%. Причиной травматизма может быть, как непосредственное ухудшение видимости в рабочей зоне, так и повышенное утомление работников, вследствие работы в условиях неудовлетворительного освещения [3].

Кроме травматизма, неблагоприятные условия освещения могут вызвать утомление звукового анализатора (при систематическом воздействии - развитие дефектов зрения), снижать работоспособность, приводить к профзаболеваниям.

Возможность отрицательного воздействия условий освещения на работников определяется рядом факторов:

- отсутствием или недостаточностью естественного освещения;
- пониженной освещенностью;
- повышенной яркостью;
- прямой и отраженной блеклостью;
- повышенной пульсацией освещенности;
- повышенным уровнем ультрафиолетового излучения.

Таким образом данная тема имеет широкий спектр и очень актуальна в нынешний век. Так как все большее количество людей работает в офисах за



компьютерами, а работодатели не всегда корректно выполняют свои обязанности по защите труда связанные с необходимой нормой освещенности в рабочих помещениях, сотрудники рискуют своим здоровьем.

## **1.1 Имеющиеся аналоги**

### **1.1.1 Люксметр**

Освещенность помещений – величина, которую можно измерить. Замеры освещенности помещений чаще всего проводят с помощью прибора – люксметра. Люксметр – переносной прибор для измерения освещённости, один из видов фотометров [4]. Такой прибор применяется для контроля соблюдения нормативов освещенности рабочих мест, аттестации рабочих мест, а также контроля светового режима на некоторых видах производства или проведения исследовательских работ (рис. 1).



Рисунок 1- прибор для измерения уровня освещенности.

Работает люксметр по следующему принципу – в его конструкцию включен фотоэлемент, на который попадает световой поток. При попадании свет высвобождает поток электронов, после чего фотоэлемент становится проводником электрического тока. Поскольку величина пропускаемого тока прямо пропорциональна освещенности фотоэлемента, то проводимый ток и выступает измерителем освещенности.

Основным недостатком данного прибора является то, что он не предназначен для бытового применения и цена хорошего люксметра составляет порядка 25 тысяч рублей. Так же данный прибор не является автоматизированной системой, и не может проводить измерения без участия человека.

### 1.1.2 Умный дом

Умный дом — это электронная система, объединяющая все подсистемы жилого помещения воедино (рис. 2) [5].



Рисунок 2 - Система умный дом.

Самое простое – это контроль над освещением. При помощи систем управления можно контролировать и регулировать каждый источник света в помещении. То есть, не выходя из спальни или кабинета, можно выключить свет во всем доме или оставить едва заметную подсветку в коридоре.

Недостатком данной системы является высокая стоимость, а также большое количество дополнительного оборудования. Система хороша, но не имеет возможность прогнозирования разного уровня освещения на состояние зрения человека.

### 1.1.3 ALMS

Alms (advanced lighting measurement system) – Встроенная система измерения освещенности для автомагистралей [6].

Освещение дороги является жизненно важным компонентом безопасности во время движения в ночное время суток. Существуют нормативные положения, обеспечивающие надлежащее освещение всех охраняемых государством дорог, но процесс анализа является слишком трудоемким, дорогостоящим и опасным для точных исследований по сбору данных (рис. 3).



Рисунок 3 - Плохое освещение дорог Флориды.

Данная работа направлена на устранение проблемы путем создания усовершенствованной системы измерения освещенности (ALMS), способной записывать показания освещенности во время движения по дорогам. Для решения данной задачи выбран программно – технический комплекс Arduino Uno, аппаратное средство с мощным микроконтроллером. Предлагаемая система состоит из микроконтроллера Ariduino Uno, измерителя расстояния, модуля USB, регистратора событий, модуля GPS, световых индикаторов и модуля microSD. Эта работа включает сбор данных по 100 осевым линиям дорог Флориды и преобразование полученных показаний освещенности в формат ГИС,

что позволяет им быть включенными в базу данных дорожного движения Департамента транспорта Флориды.

Значения освещенности, записанные системой ALMS, были проверены и сверены с показаниями других приборов по измерению освещенности, данная система может являться заменой обычных измерителей освещения. Система требует минимального взаимодействия с пользователем и быстро передает данные об освещенности вдоль шоссе. Используя эти данные, FDOT сможет отремонтировать плохо освещенные дороги и будет знать о возможных проблемах безопасности (рис. 4).



Рисунок 4 –Измененное освещение при использовании данных.

Недостатком встроенной системы измерения освещенности автомагистралей является большое количество дополнительного и дорогостоящего оборудования необходимого для получения, обработки и отправки данных об освещенности. Данная система измерения освещенности выполняет схожий функционал, а именно считывание и получение информации о текущей освещенности какого-либо участка автомагистрали, но не имеет необходимую возможность использовать полученные данные для прогнозирования разного уровня текущей освещенности на состояние зрения человека.

## 2 ИССЛЕДОВАНИЕ

Для реализации возможности прогнозирования влияния освещенности на зрение человека были рассмотрены научные статьи, описывающие процесс зависимости остроты зрения от освещенности и влияющие на зрение человека.

Была рассмотрена научная статья «Стандартизация клинических исследований остроты зрения после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы» авторы статьи Фомина О.В., Малюгин Б.Э. В данной статье рассматривалась возможность достижения максимальной остроты зрения путем клинических операций на глазу человека, а также исследование влияния разной освещенности на остроту зрения человека [7].

Также была рассмотрена научная статья «ILLUMINATION AND VISUAL ACUITY» автором статьи является профессор С. В. Кравков. В данной статье рассматривалось возможность измерения остроты зрения при разном уровне освещенности помещения [8].

Большее внимание было уделено работе Лоуренца П. Тидбери и Габриэла Цаннер из Ливерпульского медицинского университета [9]. Ученные в своем исследовании провели эксперимент, авторы данной научной статьи отобрали 28 людей в возрасте от 21 года до 60 лет не имеющих проблем со зрением. Лоуренца П. Тидбери и Габриэла Цаннер предложили пройти тест с помощью LogMAR chart – это оригинальная буквенная карта для оценки остроты зрения при разных уровнях освещенности (рис. 5).

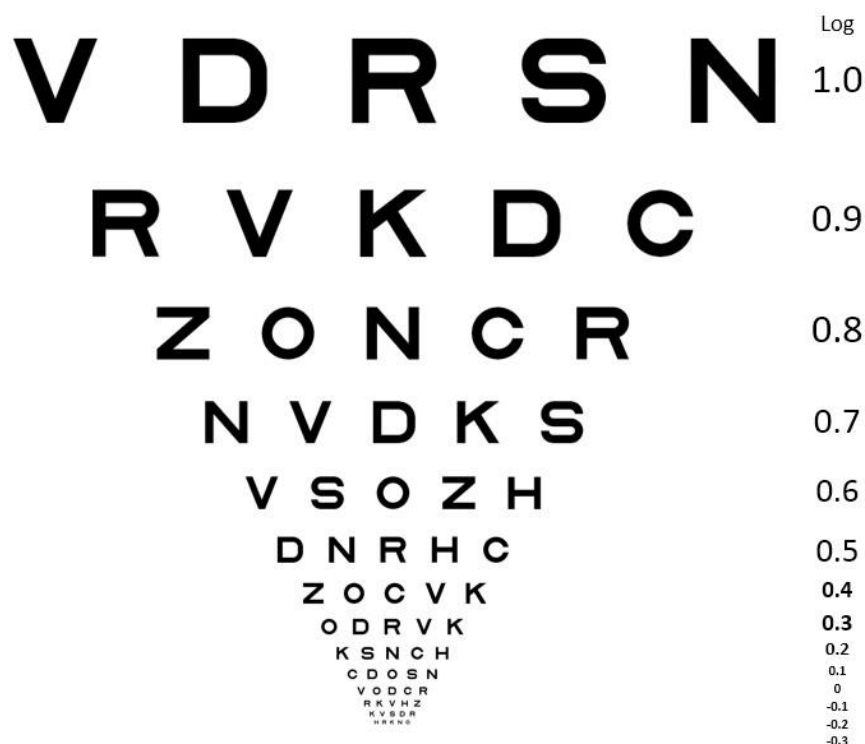


Рисунок 5 – LogMAR chart.

Испытание проводилось в помещении с освещением на расстоянии 3,5 м до объекта исследования. Оценка остроты зрения производилась с использованием модифицированного метода подсчета букв, где все ошибки до предпоследней линии игнорировались. Графики были подкреплены высококачественной оптической белой бумагой для имитации неосвещенных тестов остроты зрения. Измеритель освещенности (Precision Gold TM) был установлена на диаграмме LogMAR. Для исследования были использованы 15 уровней освещенности от 50 lx до 8000 lx. Освещение «дневного света», а именно попадание прямого солнечного света было максимальным уровнем освещенности, используемым в исследовании.

Испытание для оценки остроты зрения повторялось до тех пор, пока каждый глаз не был испытан в каждом из преломляющих состояний в течение одного сеанса, продолжительностью до часа. Уровень освещенности был рандомизирован, при этом диаграмма остроты зрения не изменялась при каждом изменении уровне освещенности. Все тесты проводились одним из авторов,

чтобы обеспечить последовательную поддержку и подсчет оценки остроты зрения.

Были изучены изменения остроты зрения при каждой освещенности и преломляющем состоянии с помощью линейной модели смешанных эффектов. Чтобы учесть возможную корреляцию измерений, исходящих от одного и того же предмета и от одного и того же глаза, можно предположить случайные эффекты испытуемого и его глаза. Выведенная модель выглядит следующим образом:

$$\log \text{Ma r ijkl} = \beta_0 + (\beta_{01} + w_i) \log_{10}(\text{Illum}_k) + \beta_{021} \text{RS}_1 + u_i + \beta_{031} \log_{10}(\text{Illum}_k) * \text{RS}_1 + e_{ij} \quad (1)$$

где  $i$  - индекс для индивидуумов,  $j$  - индекс для глаз (1 для левого и 2 для правого глаза),  $k$  - индекс для уровней освещенности,  $l$  - индекс для уровней преломляющего состояния (0-3),  $\text{Illum}_k$  -  $k$ -й уровень ковариационной освещенности и  $\text{RS}_1$  - четыре уровня факторного преломляющего состояния.

Термин  $w_i$  и  $u_i$  являются предметными случайными эффектами. Предполагается, что они имеют гауссовское распределение с ненулевой средней и неизвестной корреляцией, которая должна оцениваться по данным по принципу максимального правдоподобия.

Кроме того, термин  $e_{ij}$  является нулевым средним гауссовским остаточным членом любых необъяснимых изменений в LogMAR из-за специфических характеристик  $j$ -го глаза на  $i$ -м предмете. Чтобы найти лучшую описательную модель для остроты зрения, мы использовали критерии выбора модели. Затем была выполнена стандартная диагностика остатков конечной модели. Затем эта модель использовалась для расчета 95% доверительных интервалов.

Получив и усреднив данные значения ученые выявили что при плохом уровне освещенности острота зрения снижается. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Данные остроты зрения.

Уровень освещенности (Lx)	Острота зрения правый глаз	Острота зрения левый глаз
50	0,32	0,30
75	0,29	0,29
100	0,30	0,28
150	0,27	0,23
200	0,24	0,22
300	0,22	0,21
500	0,22	0,13

Результаты этого исследования показывают, что изменения в освещенности оказывают статистически значимое влияние на остроту зрения. Увеличение освещенности от 50 до 500 lx привело к улучшению показателя остроты зрения 0,12 LogMAR (рис. 6).

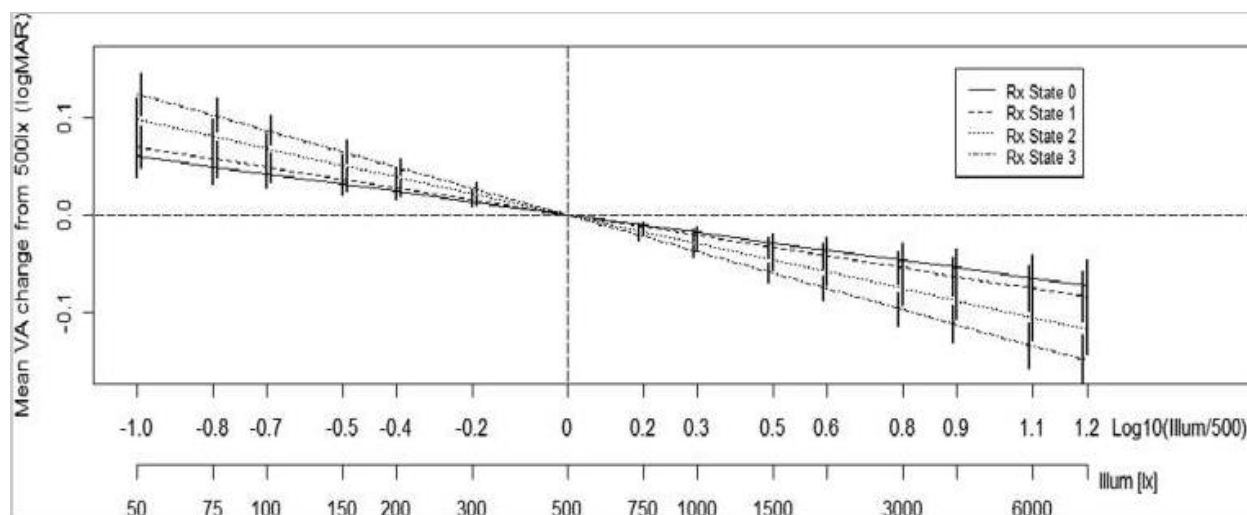


Рисунок 6 – Изменение остроты зрения.

Можно заметить, что все исследования проводились не на одном человеке, а на 21 испытуемом, при разной освещенности, данные полученные в ходе эксперимента представлены на рисунке 7.



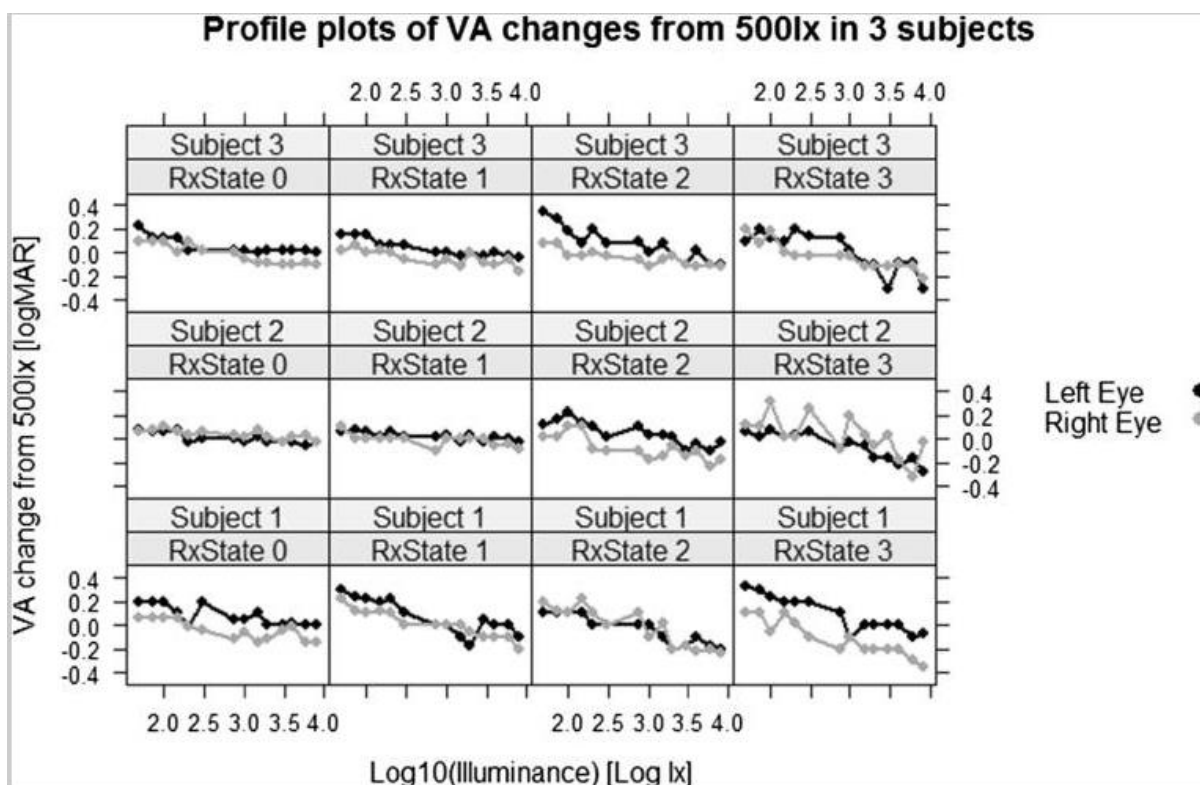


Рисунок 7 – Статическая модель изменения остроты зрения.

Подобные исследования показывают значительные клинические последствия в виде улучшений остроты зрения при правильном использовании рекомендованного уровня освещенности.

Таким образом можно использовать данные зависимости остроты зрения от текущего уровня освещенности помещения, для разработки данной автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности, полученные в ходе исследований проводимых разными учеными, чьи научные статьи были использованы в данном разделе. Необходимые для анализа данные освещенности будут получены с помощью цифровых датчиков освещенности в режиме реального времени, а затем отрисован график интерполированной функции зависимости остроты зрения от освещенности, для наглядного отображения данной зависимости.

Для составления прогнозирования влияния уровня освещенности на остроту человеческого зрения, необходимо выяснить с какой скоростью ухудшается человеческое зрение и появляются признаки миопатии.

Миопатия — это заболевание глаз, при котором больной человек не видит предметы, которые расположены далеко от него, но очень хорошо видит предметы, расположенные вблизи. Встречается данное заболевание достаточно часто. Миопия, или еще данное заболевание в простонародье называют близорукостью, является следствием того, что изображение, воспринимаемое глазом, приходится не на сетчатку глаза, а на плоскость перед ней.

Изучив информацию о скорости ухудшения зрения, в молодом возрасте, можно прийти к выводу, сославшись на Минздрав здравоохранения, что зрение людей, находящихся продолжительное время при неправильном уровне освещенности в среднем за 10 лет ухудшается примерно на 40 процентов, таким образом, используя данные полученные с помощью исследования LogMAR диаграммы, можно предположить, что острота зрения человека при внутренне неправильно освещенности в год падает на значение равное 0,04. Используя данное значение и значения зависимости остроты зрения от освещенности, не составит труда построить экстраполированную функцию прогноза ухудшения остроты зрения при неправильном освещении на несколько лет вперед.

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ

#### 3.1 Проектирование БД

Для нашей автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности помещений необходимо спроектировать БД, что бы она удовлетворяла всем нашим требованиям, а именно могла хранить данные о пользователях, об измерениях уровня освещенности этими пользователями, о датчиках, которые получают данные об уровне освещенности в данный момент.

Инфологическая модель БД, удовлетворяющей всем нашим условиям представлена на рисунке 8.

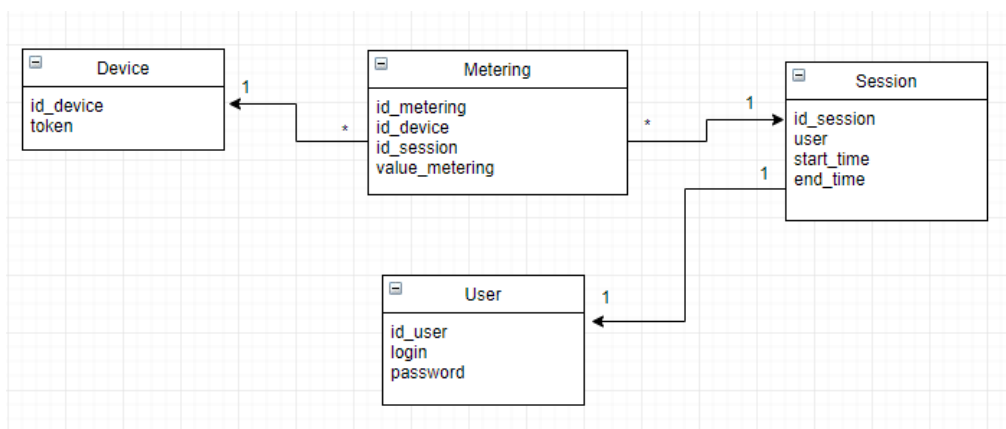


Рисунок 8 – Инфологическая модель БД.

#### 3.2 Проектирование работы системы

##### 3.2.1 Архитектура системы

Первым этапом проектирования автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности была Use Case диаграмма. Диаграмма вариантов использования состоит из актеров, для которых система производит действие и собственно действия Use Case, которое описывает то, что актер хочет получить от системы. Актер обозначается значком человечка, а Use Case - овалом. Диаграмма вариантов использования для автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности представлена на рисунке 9

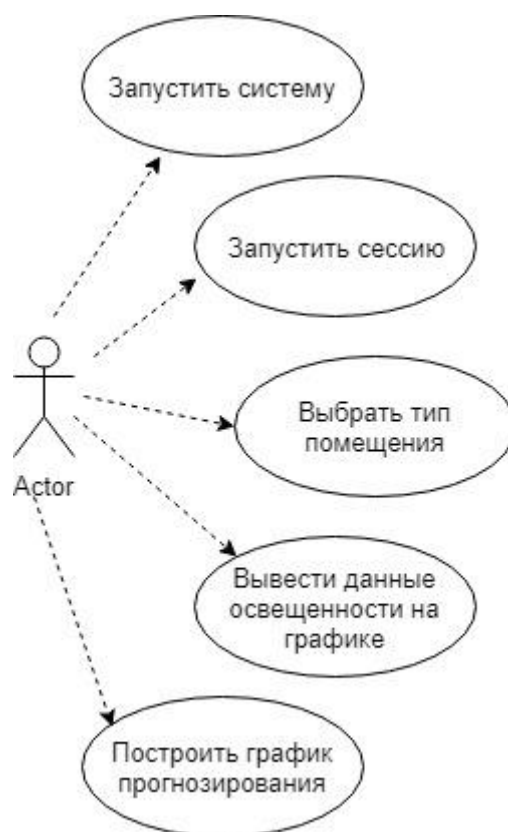


Рисунок 9 – Диаграмма вариантов использования автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности.

Данная диаграмма вариантов использования отражает отношение между актёрами и прецедентами. Актёрами являются пользователи системы, пользователи могут запускать систему для получения информации о текущем уровне освещенности, запускать сессию, выбирать тип помещения, в котором происходит какая-либо деятельность, выводить данные о текущем уровне освещенности на графике, а также строить график прогнозирования влияния низкого уровня освещенности на остроту зрения человека.

При проектировании автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности была использована диаграмма развертывания разработанной системы, иллюстрирующая на каком физическом оборудовании, запускаются составляющие данной системы (рис. 10).

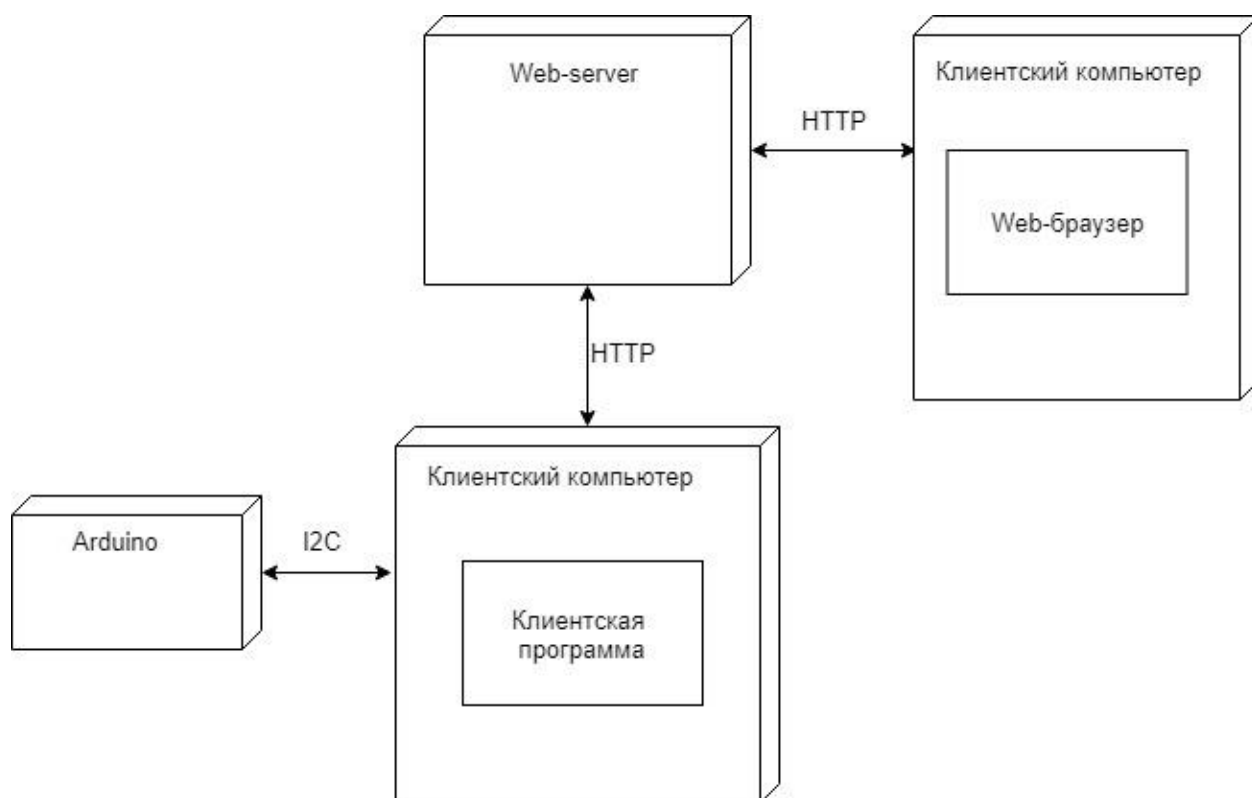


Рисунок 10 – Диаграмма развертывания автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности.

Автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности состоит из следующих элементов:

- Программа – аппаратная часть Arduino, которая осуществляет передачу данных об уровне освещенности;
- Клиентская программа, находящаяся на клиентском компьютере, получает данные от программно-аппаратной части, в режиме реального времени, и отправляет их на Web – server по протоколу Http;
- Web – server обрабатывает полученные данные;
- Web – браузер визуализирует полученные результаты.

Так же была построена диаграмма классов клиентского приложения, отвечающего за получение данных от датчиков и отправку данных на web-server (рис 11).

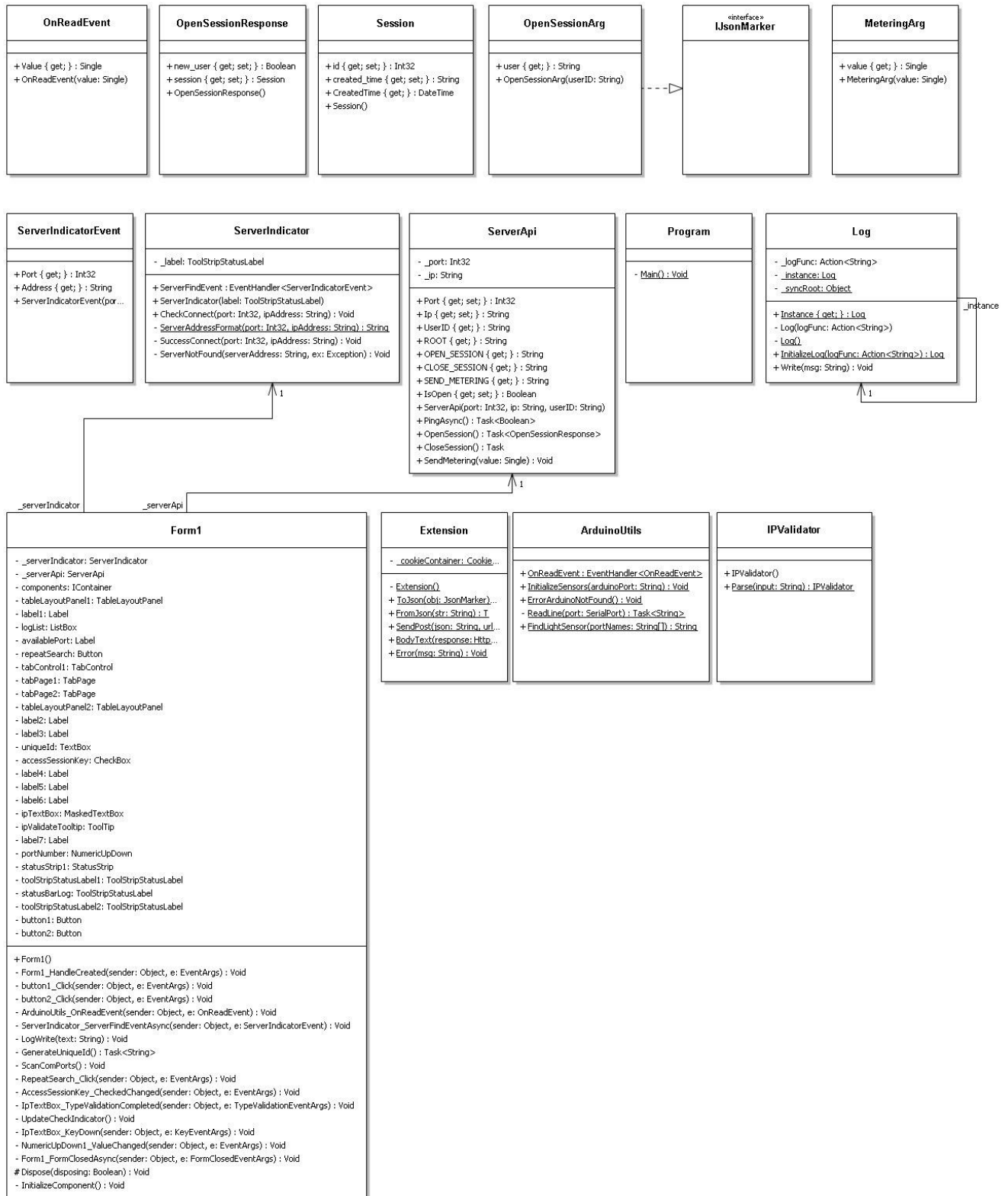


Рисунок 11 – Диаграмма классов клиентского приложения.

Диаграмма классов определяет типы классов системы и различного рода статические связи, которые существуют между ними. На диаграммах классов изображаются также атрибуты классов, операции классов и ограничения,

которые накладываются на связи между классами. На представленной диаграмме классов, основными классами, отвечающими за функционал данного клиентского приложения, являются Session, ServerIndicator, ServerApi, Log, ArduinoUtils, IPValidator.

Класс Session отвечает за наличие сессий, для пользователей.

Класс ServerIndicator отвечает за функционал поиска и подключения к серверу и проверку состояния соединения с ним.

Класс ServerApi отвечает за взаимодействие с сервером, написанном на языке программирования python.

Класс Log отображает и записывает все сообщения о состоянии приложения и ходе выполнения процессов.

Класс ArduinoUtils отвечает за взаимодействие с программно – аппаратной частью Arduino и обработку ответа, полученного с микроконтроллера.

Класс IPValidator используется для проверки корректно введенного ip – адреса.

Далее представлен процесс работы автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещённости помещений (рис. 12).

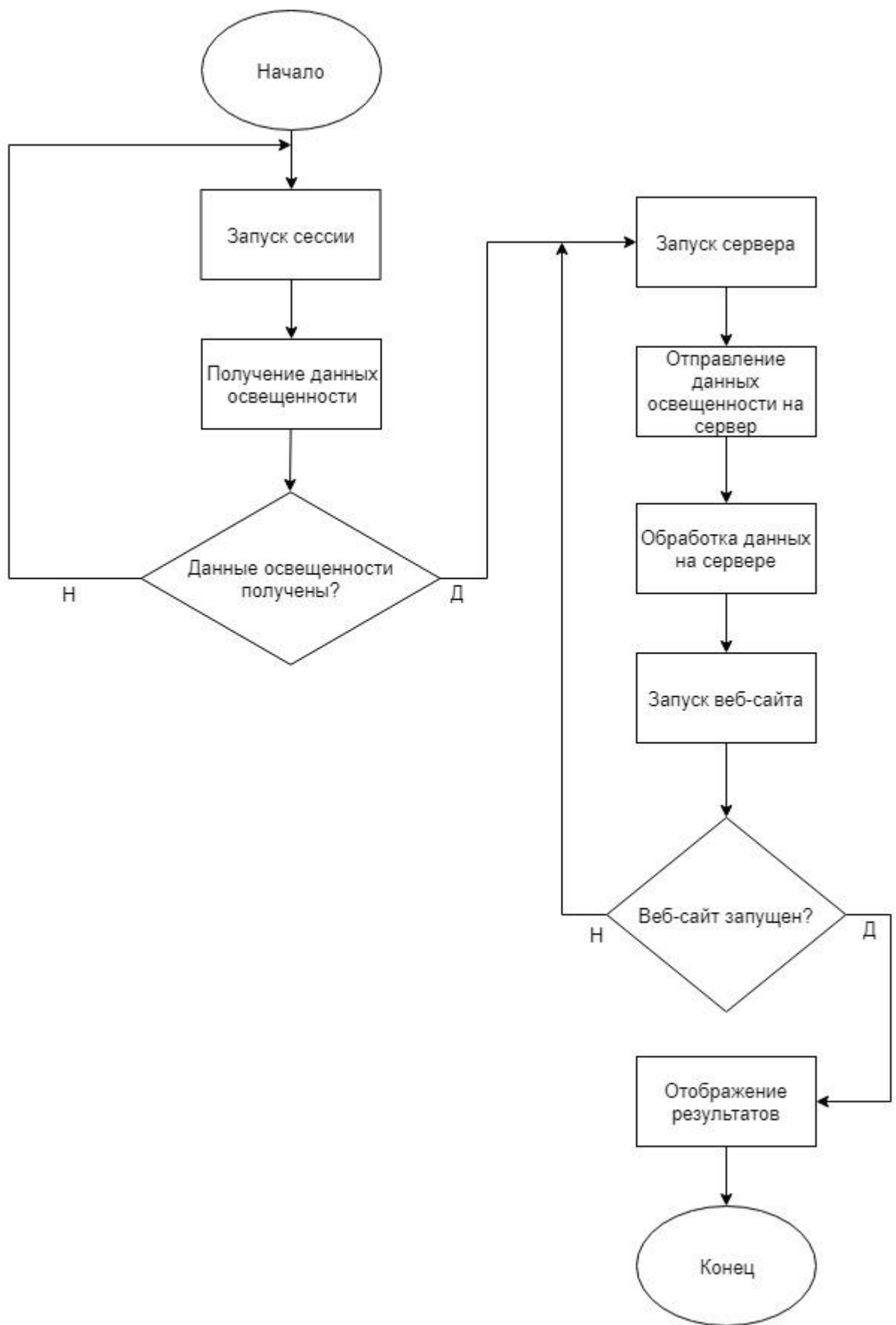


Рисунок 12 – Процесс работы автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности помещений.



### **3.2.2 Схема работы системы**

Схема работы автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности помещений во времени представлена в приложении Б.

На схеме видно, что система состоит из «инструментальной части», программного приложения, сервера и веб-сайта. Аппаратная часть устанавливает связь с программным приложением по средствам «рукопожатия» через serialport протокол и отправляет данные об освещенности. Программное приложение так же отвечает за связь с аппаратной частью, а именно выбор нужного порта, отправку приветственного сообщения, получение ответа от аппаратной части и получение данных о текущей освещенности. Так же программное приложение отвечает за связь с серверной частью системы по протоколу http и отправку данных об уровне освещенности для дальнейшей обработки. Серверная часть занимается обработкой информации. Веб сайт отображает график и данные об освещенности.

### **3.3 Выбор инструментов для получения данных об освещенности**

Для построения автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности необходим набор инструментов, таких как датчик освещенности и контроллер управляющий датчиком.

Получить данные об уровне освещенности в помещении можно с помощью фоторезистора или цифрового датчика.

Так же для разработки системы необходимо выбрать язык программирования и технологии, которые будут использованы для разработки автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности помещений.

#### **3.3.1 Фоторезистор**

Фоторезистор – это резистор, электрическое сопротивление которого изменяется под влиянием световых лучей, падающих на светочувствительную

поверхность и не зависит от приложенного напряжения, как у обычного резистора [10]. Фоторезистор представлен на рисунке 13.

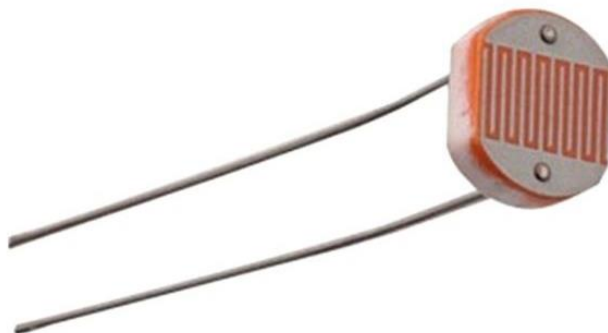


Рисунок 13 – Фоторезистор.

Фоторезисторы чаще всего используются для определения наличия или отсутствия света, или для измерения интенсивности света. В темноте, их сопротивление очень высокое, иногда доходит до 1 МОм, но, когда датчик LDR подвергается воздействию света, его сопротивление резко падает, вплоть до нескольких десятков ом в зависимости от интенсивности света.

Для данной работы фоторезистор подходит, но он не очень удобен. Фоторезистор гораздо хуже воспринимает изменение освещенности в отличие от цифрового датчика, а также для определения уровня освещенности в люксах необходимо провести математические манипуляции, что не очень удобно и тратит лишнее время.

### **3.3.2 Цифровой датчик**

Цифровой датчик определения уровня освещенности – это датчик интенсивности освещения под управлением Arduino, который в автоматическом режиме позволяет получать информацию об уровне освещенности помещения в диапазоне 1 – 65535 люксов [11]. Цифровой датчик представлен на рисунке 14.



Рисунок 14 – Цифровой датчик.

Датчик освещённости не реагирует на инфракрасный свет, а измеряет лишь тот спектр, который видит человеческий глаз.

Таким образом, для нашей автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности помещений выбор пал на цифровой светочувствительный датчик.

### **3.3.3 Набор инструментов**

В ходе анализа существующих инструментов для получения данных об освещенности была выбрана готовая программно – аппаратная платформу Arduino Nano V3. Данная платформа была выбрана из-за простоты старта в работе с программно – аппаратными средствами, дешевой стоимости и небольшого размера.

При анализе возможных инструментов получения текущего уровня освещенности рассматривались фоторезистор и цифровой датчик. Фоторезистор не был выбран из – за неудобства настройки и работы с ним, лишних действий при подключении. Таким образом датчиком освещенности был выбран светочувствительный цифровой датчик GY 302 под управлением Arduino из – за точности показаний, простоте в работе и низкой стоимости.

Схема подключение и список необходимых дополнительных компонентов представлен на рисунке 15.

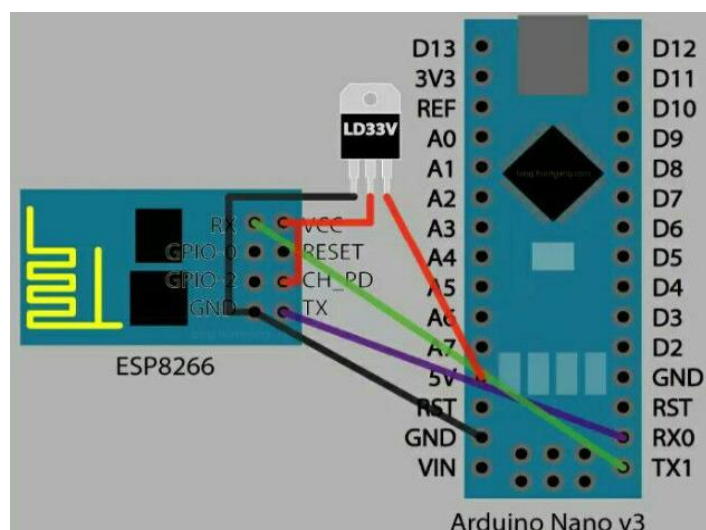


Рисунок 15 – Схема подключения инструментов для работы с системой.

### 3.3.4 Средства разработки

Для разработки автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности необходимо было использовать различные языки программирования, так как система состоит из программно – аппаратной части, клиентского приложения, Web – server и Web – сайта.

Для программно – аппаратной части приложения использовалась среда разработки Arduino Studio. Arduino Studio было выбрано из – за использования микроконтроллера Arduino, использованный язык программирования, также Arduino. Язык программирования устройств Arduino основан на C/C++. Данный язык прост в освоении, и является самым удобным способом программирования устройств на микроконтроллерах.

Клиентское приложение разрабатывалось на языке C# в среде разработки Visual Studio. Язык C# был выбран ввиду своей распространенности и множества литературы описывающий взаимодействия различного функционала.

Web – server был написан на языке программирования python с использованием фреймворка Flask и ORM peewee. Язык программирования python был выбран из-за своей популярности и возможности использования фреймворка Flask предназначенного для создания веб приложений.

Web – сайт для отображения результатов был разработан на языке JavaScript с использованием кода HTML. Язык JavaScript лучшее решение для написания веб – страниц с понятным веб – интерфейсом и различными эффектами. Для построения графиков использовалась технология Google Charts.

## 4 РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Результатом работы является реализованная автоматизированная система для измерения и анализа уровня освещенности. Было разработано программное приложение, которое взаимодействует с аппаратной частью системы, а именно датчиком освещенности и микроконтроллером и в режиме реального времени получает данные об освещенности помещения.

Для начала работы необходимо подключить и настроить микроконтроллер и датчик освещенности с помощью программы Arduino Studio, а именно проверить работу порта и загрузить в контроллер код-инструкции для правильной работы [12].

Далее запускаем программное приложение. После запуска приложения вводит имя-ключ человека. Далее программ ищет нужный ей порт и устанавливает соединение с контроллером и датчиком по средствам «рукопожатия». Результат можно увидеть на рисунке 16.

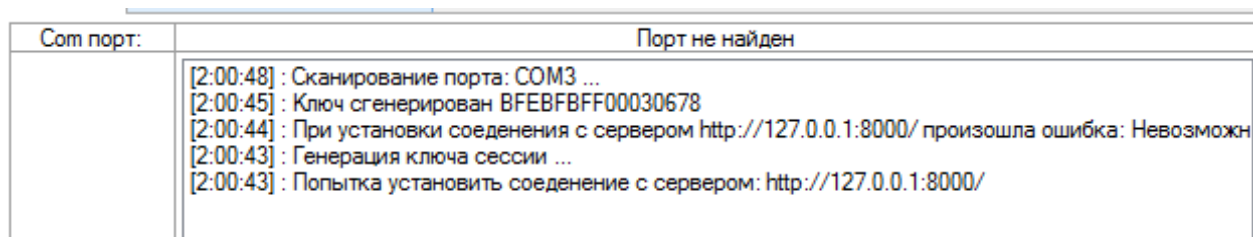


Рисунок 16 – Установка соединения.

После успешного установления соединения в главном окне программы можно увидеть информацию о текущем уровне освещенности в помещении (рис. 17).



Рисунок 17 – Текущее значение уровня освещенности в люксах.

Как можно заметить среднее значение уровня освещенности в текущий момент времени составляет 254 люксов. Из таблицы 1 можно увидеть, что норма освещений рабочего помещения или офиса составляет 300 люксов, а это значит, что освещение помещения где производился данный эксперимент не совсем удовлетворяет нормам освещения.

Если приглушить свет в помещении, то можно заметить изменения показаний автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности (рис. 18).



Рисунок 18 –Значение уровня освещенности в люксах при приглушенном освещении.

Далее после загрузки и настройки сервера на него отправляются данные об освещенности. Сервер принимает текущие данные и сохраняет их в базу данных для дальнейшего использования. (рис. 19).

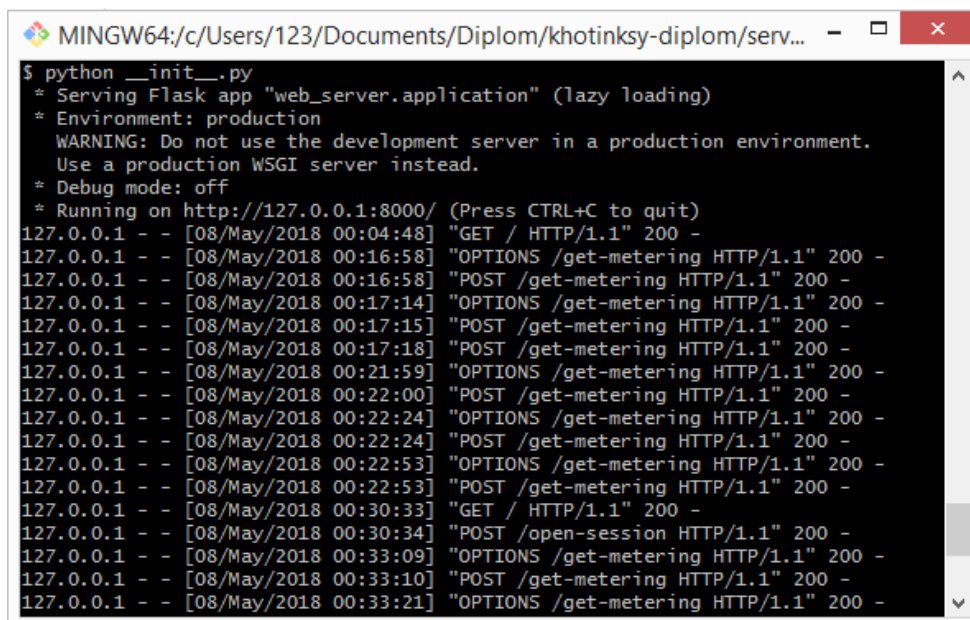


Рисунок 19 –Запуск сервера и получение им данных.

Для отображения результатов необходимо запустить менеджер пакетов, который отвечает сборку сайта (рис. 20).

```
123@DEXP MINGW64 ~/Documents/Diplom/khotinsky-diplom/server/client (master)
$ yarn build
yarn run v1.6.0
$ neutrino build
Hash: 146c86cf12dbd0cc232a
Version: webpack 3.11.0
Time: 171665ms

      Asset      Size      Chunks
Chunk Names
  index.8daf3ae8ca5425221af3.js  590 kB      index [emitted]
[big] index
  runtime.a9edc78d5cd6127c9851.js  810 bytes  runtime [emitted]
runtime
index.6739c87413fdf11bd01300ddf0b29875.css  133 kB  index, index [emitted]
index, index
  index.html  498 bytes      [emitted]

Done in 193.38s.
```

Рисунок 20 –Сборка сайта.

Что бы увидеть результат необходимо открыть веб-сайт в браузере и ввести имя-ключ данной сессии для получения и отображения данных о текущем уровне освещенности (рис. 21).

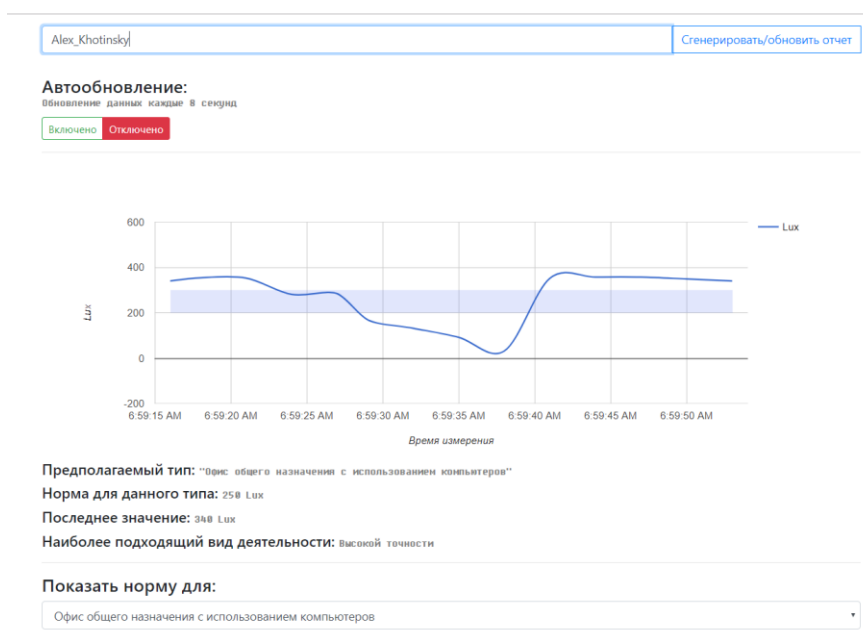


Рисунок 21 –Отображение данных.

Из данного рисунка можно увидеть данные освещенности в текущий период, имя пользователя, находящегося в сессии, последнее полученное



значение освещенности, предполагаемый вид деятельности и норму освещенности для этого вида.

Дополнительным функционалом автоматизированной системы является возможность анализа путем сравнения полученных данных освещенности в режиме реального времени с гостами освещенности для разных помещений и видов деятельности. В таблице с нормами освещенности выделяется текущий уровень освещенности, полученный с датчиков. Результат работы данного функционала представлен на рисунке 22

Показать норму для:

Таблица совместимости:

Характеристика зрительной работы	Наименьший размер объекта различения, мм	Разряд и подразряд зрительной работы	Освещенность, Лк, при общем искусственном освещении	
Наивысшей точности	менее 0,15	I А	1500	
		Б	1250	
		В	750	
		Г	400	
Очень высокой точности	от 0,15 до 0,3	II А	1250	
		Б	750	
		В	500	
		Г	300	
Высокой точности	свыше 0,3 до 0,5	III А	500	
		Б, В	300	
		Г	200	
Средней точности	свыше 0,5 до 1	IV А	300	
		Б, В	200	
		Г	150	
Малой точности	свыше 1 до 5	V А	200	
		Б, В	150	
		Г	100	
Чтение	более 5	VI	150	
Работа со светящимися материалами и изделиями в горячих цехах	более 0,5	VII	200	
Постоянное периодическое	-	VIII	постоянное	75
			периодическое	40

Рисунок 22 –Нормы освещенности.

На данном рисунке видно, что при последнем уровне освещенности программа предполагает вид деятельности пользователя, выделяя его зеленым цветом.

Если вдруг пользователь выключил свет и решил работать при низкой освещенности, датчик в режиме онлайн получит данные с низкими показателями и программа сразу отреагирует на это изменение сообщением (рис. 23).

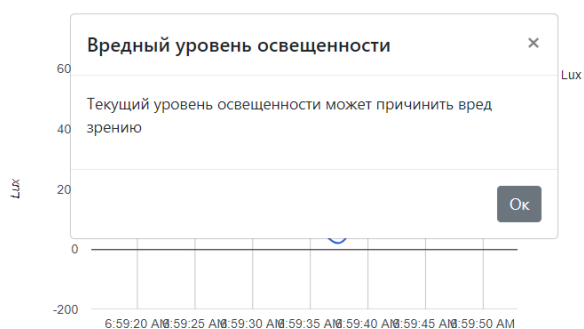


Рисунок 23 –Сообщение о низком уровне освещенности.

После чего стоит включить свет, чтобы не портить свое зрение, так как низкая освещенность пагубно влияет на остроту зрения.

После проведенного исследования и изучения научных статей были выявлены данные, используя которые, появилась возможность отобразить график интерполированной функции зависимости остроты зрения от текущего уровня освещенности полученного в режиме реального времени (рис. 24).

Статистика

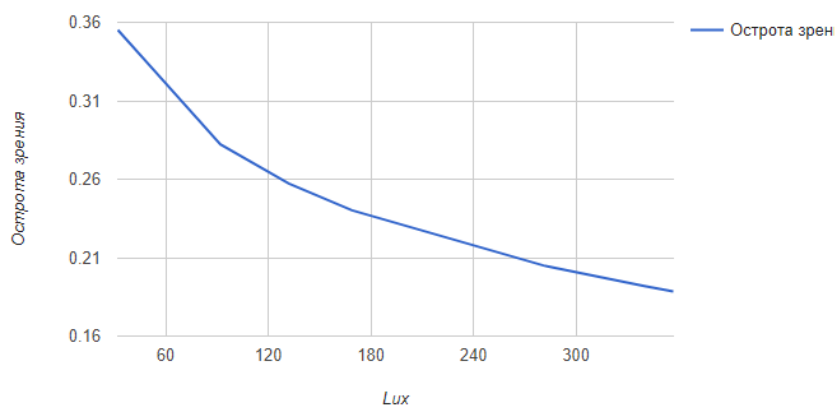


Рисунок 24 –Зависимость остроты зрения от освещенности.

На графике четко видно, что при повышении освещенности повышается острота зрения, то есть значение остроты зрения тем лучше, чем меньше его значение. При освещенности в 50 lx, а это низкий уровень, значение остроты

зрения составляет 0,35 по шкале диаграммы LogMAR. А при освещенности в 300 lx, значение остроты зрения составляет 0,2.

Следующим этапом является прогнозирование, используя входные данные полученные при исследовании можно построить график интерполированной функции прогноза ухудшения остроты зрения при неправильном освещении на несколько лет вперед (рис. 25).

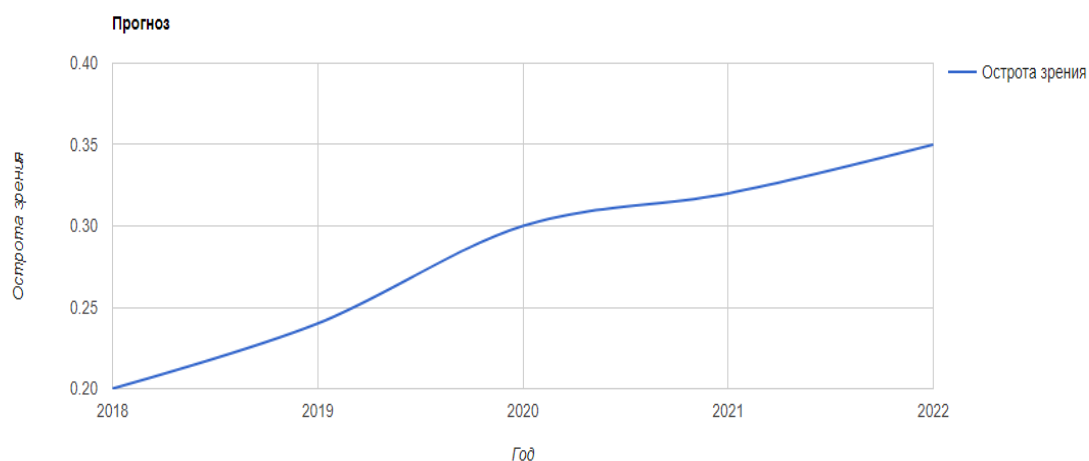


Рисунок 25 – Прогнозирование.

На графике видно, что при использовании вредного уровня освещенности острота зрения может ухудшиться с 0,2 до 0,35 к 2022 году.

## 5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

### 5.1 Предпроектный анализ

#### 5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Автоматизированная система для измерения и анализа уровня освещенности предназначена для измерения освещенности в текущий момент времени и анализ полученных данных. Поэтому целевым рынком для нее являются различные компании, занимающиеся автоматизацией таких процессов, к примеру, «Smart House».

Также в данной системе могут быть заинтересованы ученые занимающиеся исследованием зависимости остроты зрения от освещенности, которые не обладают достаточным бюджетом для закупки необходимого дорогостоящего оборудования, необходимого для проведения исследований.

#### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для оценки конкурентоспособности разработки системы проводится анализ существующих аналогов, позволяющих проводить измерения уровня освещенности в режиме реального времени. Для сравнительного анализа были выбраны:

1. Автоматизированная система измерения и анализа уровня освещенности;
2. Прибор «Люксметр»;
3. Автоматизированная система «Умный дом»;

Сравнение технических и экономических характеристик этих продуктов представлено в таблице 3. «Люксметр» обозначен К1, а «Умный дом» - К2.

Таблица 3 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>ф</sub>	Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к1</sub>

1	2	3	4	1	2	3	4
---	---	---	---	---	---	---	---

Продолжение таблицы 3

Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Автономность работы	0,07	5	2	4	0,35	0,14	0,28
2. Быстродействие	0,06	5	3	5	0,3	0,18	0,3
3. Пользовательский интерфейс	0,05	5	1	4	0,25	0,05	0,2
4. Точность измерений	0,2	4	5	4	0,8	1	0,8
5. Возможность сохранения результата	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Уровень проникновения на рынок	0,08	1	3	4	0,08	0,24	0,32
2. Цена	0,2	5	4	2	1	0,8	0,4
3. Послепродажное обслуживание	0,03	5	4	5	0,15	0,12	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>				<b>3,43</b>	<b>3,03</b>	<b>2,75</b>

Таким образом, разрабатываемое приложение имеет преимущество по следующим критериям:

- Возможность сохранения результата;
- Потребность в ресурсах памяти;
- Быстродействие;
- Качество интерфейса;
- Цена;
- Послепродажное обслуживание.

Недостатками системы являются:

- Необходимость установки;
- Уровень проникновения на рынок;
- Количество пользовательских настроек.

В результате анализа установлено, что конкурентоспособность системы выше, чем у K1 и K2, соответственно, целесообразно проводить разработку по данной тематике.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ используется для выявления сильных и слабых сторон проекта, а также его возможностей и угроз выполнения.

На первом этапе были описаны сильные и слабые стороны проекта, возможности и угрозы реализации. Они представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота хранения данных</p> <p>С2. Низкая стоимость разработки</p> <p>С3. Быстрая скорость работы</p> <p>С4. Низкие требования к аппаратно-программному обеспечению</p> <p>С5. Возможность последующей доработки результата</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Небольшой набор генерируемых жанров</p> <p>Сл2. Отсутствие кроссплатформенности</p> <p>Сл3. Длительная разработка</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Дополнение алгоритмов генерации</p> <p>В2. Увеличение базы знаний последовательностей аккордов</p> <p>В3. Увеличение спроса на продукт</p> <p>В4. Пополнение команды разработчиков профессиональными музыкантами</p> <p>В5. Реализация версий программы для Linux и MacOS</p>		

Продолжение таблицы 4

<b>Угрозы:</b> У1. Увеличение конкуренции У2. Невозможность алгоритмизировать определенные моменты генерации У3. Отсутствие интереса к продукту на рынке		
---	--	--

Второй этап SWOT-анализа включает выявление соответствий между сильными и слабыми сторонами проекта и окружающей средой. Интерактивные матрицы соответствия представлены в таблицах 5-9.

Таблица 5 – Интерактивная матрица соответствия сильных сторон и возможностей

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	-	+	0	+
	B2	+	0	-	0	+
	B3	-	+	+	+	0
	B4	-	-	-	-	+
	B5	-	+	+	-	-

Таблица 6 – Интерактивная матрица соответствия сильных сторон и угроз

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	+	+	-	-
	У2	-	+	-	-	-
	У3	-	-	-	-	-

Таблица 7 – Интерактивная матрица соответствия слабых сторон и возможностей

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	+
	B2	-	-	+
	B3	-	+	-
	B4	-	-	+
	B5	-	-	+

Таблица 8 – Интерактивная матрица соответствия слабых сторон и угроз

Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	+
	У2	-	-	+
	У3	+	+	+

На третьем этапе составляется итоговая матрица SWOT-анализа. Она представлена в таблице 12.

Таблица 9 – SWOT-анализ

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Простота хранения данных</p> <p>С2. Низкая стоимость разработки</p> <p>С3. Быстрая скорость работы</p> <p>С4. Низкие требования к аппаратно-программному обеспечению</p> <p>С5. Возможность последующей доработки результата</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Сложность настройки дополнительного оборудования</p> <p>Сл2. Отсутствие кроссплатформенности</p> <p>Сл3. Длительная разработка</p>
<p>В1. Замена существующих алгоритмов нейронной сетью</p> <p>В2. Увеличение входных данных для возможности прогнозирования</p> <p>В3. Увеличение спроса на продукт</p> <p>В4. Пополнение команды разработчиков</p> <p>В5. Реализация версий программы для Linux и MacOS</p>	<p><b>Направления развития:</b></p> <p>1. В1С3С5 – Нейросеть ускоряет скорость работы, доработка путем замены алгоритмов</p> <p>2. В2С1С5 – Расширение базы улучшает хранение данных и облегчает дальнейшую доработку.</p> <p>3. В3С2С3С4 – Низкая стоимость р-ки, быстрая скорость раб-ы и низкие требования способствуют повышению спроса.</p> <p>4. В4С5 – Пополнение команды уменьшает стоимость разработки и улучшает конечный результат.</p>	<p><b>Сдерживающие факторы:</b></p> <p>1. В1В2В4В5Сл3 – Длительная разработка замедляет исполнение алгоритмов, увеличение базы, реализацию новых версий программы и отпугивает новых членов команды непонятностью.</p> <p>2. В3Сл2 – Отсутствие кроссплатформенности уменьшают спрос на продукт</p> <p>3. В4Сл3 – Длительность разработки может отпугнуть новых членов команды</p>



Продолжение таблицы 9

	5. В5С2С3 – Низкая стоимость разработки облегчает переход на другие платформы.	
<b>Угрозы:</b> У1. Увеличение конкуренции У2. Неточность алгоритма прогнозирования У3. Отсутствие интереса к продукту на рынке	<b>Угрозы развития:</b> 1. У1С2С3 – Увеличение конкуренции может увеличить стоимость разработки, уменьшение быстродействия уменьшает конкурентоспособность продукта. 2. У2С2 – Неточность алгоритма влияет на цену разработки, так при использовании других алгоритмов цена вырастет.	<b>Уязвимости:</b> 1. У1Сл1Сл2Сл3 – Сложность настройки будет отпугивать потенциальных клиентов, а также учитывая тот момент что система не идеальна. 2. У2Сл3 – Неточность алгоритма влияет на длительность разработки, чтобы сделать его успешным. 1. У3Сл1Сл2Сл3 – Продукт не удовлетворяет ожидания пользователей.

**5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации**

Оценка готовности выполнена путем ответов на вопросы, представленные в таблице 10. Каждый ответ дает от 1 до 5 баллов.

Таблица 10 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	5
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	3

Продолжение таблицы 10

6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	2
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	3	3
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	3	3
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	4	4
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	4
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	4	4
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	3	4
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	48	54

Таким образом, готовность научного проекта к коммерциализации выше среднего. Уровень имеющихся знаний у разработчика немного выше, но также находится в категории выше среднего. В дальнейшем необходимо больше внимания уделить вопросам выхода на зарубежный рынок и оценке стоимости интеллектуальной собственности.

### **5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

Наиболее подходящим методом коммерциализации проекта по разработке автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности является торговля патентными лицензиями. Были выделены следующие причины:

- Потенциальное количество пользователей приложения может быть очень большим;

– Методы и алгоритмы анализа являются интеллектуальной собственностью авторов проекта;

– Данный метод позволит защититься от плагиата методов и алгоритмов анализа.

## 5.2 Инициация проекта

В данном разделе представлен устав магистерской работы. В таблице 11 показаны заинтересованные стороны и их ожидания.

Таблица 11 – Заинтересованные стороны проекта

<b>Заинтересованные стороны проекта</b>	<b>Ожидания заинтересованных сторон</b>
Разработчик системы	Получение знаний по специальности, пополнение портфолио, получение материальной выгоды
НИ ТПУ	Увеличение числа научных публикаций, дипломов на научно-практических конференциях
Пользователь	Использование автоматизированной системы в личных целях

В таблице 12 рассмотрены цели, ожидаемые результаты проекта, а также критерии достижения целей.

Таблица 12 – Цели и результаты проекта

<b>Цели проекта:</b>	Разработка автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности помещений Коммерциализация проекта путем торговли патентными лицензиями.
----------------------	---

Продолжение таблицы 12

<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Работающая система получающая и анализирующая данные освещенности.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Система получает и анализирует полученные данные, для составления прогноза влияния уровня освещенности на остроту зрения человека.
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b>
	Выполнены все пункты функционального требования и требования к пользовательскому интерфейсу.
	Разработанный функционал полностью соответствует проектным решениям.

### 5.2.1 Ограничения и допущения проекта

При разработке генератора музыкальных произведений необходимо учитывать несколько ограничений. Они представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Ограничения проекта

<b>Фактор</b>	<b>Ограничения/ допущения</b>
3.1. Бюджет проекта	— Бюджет ограничен суммой в 105000 рублей
3.1.1. Источник финансирования	Личные средства разработчика
3.2. Сроки проекта:	— 01.09.2016-30.05.2018
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	— 01.10.2016
3.2.2. Дата завершения проекта	— 30.05.2018
3.3. Прочие ограничения и допущения	— Время работы участников проекта не может превышать 4 часа в день

## 5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

### 5.3.1 План проекта


План проекта представлен в виде диаграммы Ганта. Он приведен в таблице 14.


Таблица 14 – Календарный план-график проведения НИОКР

Код	Вид работ	Исполнители	Т к, ч.	Продолжительность выполнения работ																	
				Янв.			Февр.			Март			Апр.			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1		
1	Выбор направления исследования	Р, С	10	■	■																
2	Описание требований	Р	10	■	■																
3	Патентный поиск	С	10			■															
4	Составление технического задания	Р	20	■	■																
5	Изучение литературы	С	10			■															
6	Проектирование модуля по сбору данных	С	10				■														
7	Проектирование модуля нейронной сети	С	10				■														

Продолжение таблицы 14

8	Проектирование веб-интерфейса для нейронной сети	С	10																				
9	Сбор данных для обучения искусственного интеллекта	С	20																				
10	Разработка модуля нейронной сети	С	20																				
11	Разработка веб-интерфейса	С	20																				
12	Тестирование модуля нейронной сети	С	20																				
13	Тестирование веб-модуля	С	20																				
14	Написание документации	С	0																				
15	Проверка работы	Р	0																				

 - руководитель

 - студент

### 5.3.2 Бюджет научного исследования

В данном разделе рассматриваются вопросы планирования бюджета НТИД.

#### 5.3.2.1 Материальные расходы

Этот пункт включает в себя стоимость всех материалов, необходимых для выполнения НИР.

К категории материалов относится электроэнергия.

Для данной разработки требуется специальное оборудование в виде персонального компьютера, но так как в наличии имелся личный ноутбук он не будет заноситься в статью материальных расходов.

Разработка проводилась в течении 4 месяцев (в среднем 20 дней в месяц) по 6 часов (480 часов), официально заявленная мощность оборудования 0,06 кВт/час.

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$C_{эл} = Ц_{эл} \times P \times F_{об}, \quad (2)$$

где  $Ц_{эл}$  – тариф на электроэнергию (3,5 руб за 1 кВт-ч);

$P$  – мощность оборудования, кВт;

$F_{об}$  – время использования оборудования, ч.

$$C_{эл} = 3,5 \times 0,06 \times 480 = 100,8 \text{ руб} \quad (3)$$

Среда и средство разработки, программный софт и другие комплектующие, нужные для разработки, распространяются бесплатно и не требуют дополнительных затрат.

Для выполнения работы необходим персональный компьютер. Среда и средство разработки, программный софт и другие комплектующие, нужные для разработки, получены бесплатно по студенческой лицензии и не требуют дополнительных затрат. В таблице 15 представлены материальные затраты НТИ.

Таблица 15 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1.	Компьютер	1	33000	33000
2.	Электроэнергия	-		100,8
3.	Среда разработки Visual Studio	1	-	-
4.	Датчик освещенности ВН1750	1	350	350
5.	Микроконтроллер Arduino nano v3	1	1500	1500
6.	Доп. комплектующие	1	1000	1000
	<b>Итого</b>			<b>35950,8</b>

### 5.3.2.2 Расчет основной заработной платы исполнителей проекта

В данную статью включается основная заработная плата научного руководителя, руководителя от предприятия и студента, также премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Основная заработная плата исполнителей системы

Исполнители	Трудо-емкость, чел.-дн., Т <sub>р</sub>	Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.здн	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.зосн
Студент	150	83,1	12465
Научный руководитель	30	556,2	16686
<b>Итого</b>			<b>29151</b>

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = (Z_m * M) / F_{дн}, \quad (4)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб (в качестве месячного оклада магистра выступает стипендия, которая составляет 2410руб);

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$M=10$  месяцев, 5 - дневная неделя;



$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала (в рабочих днях) (290 дней).

Зарплата доцента по состоянию на 2018 год с учетом районного коэффициента составляет:

$$Z_m = 17000 * 1,3 = 22100$$

Для научного руководителя руководителя:

$$Z_{дн} = \frac{17000 \times 10}{290} = 586,2 \text{рублей}$$

Для студента:

$$Z_{дн} = \frac{2410 \times 10}{290} = 83,1 \text{рублей}$$

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (5)$$

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

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  руководителя рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_{раб}, \quad (6)$$

где  $T_{раб}$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн;

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

Значит, для научного руководителя:

$$Z_{осн} = 586,2 \times 30 = 17586 \text{рублей}$$

Для студента:

$$Z_{осн} = 83,1 \times 150 = 12465 \text{рублей}$$

Результаты расчета основной заработной платы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Результаты расчета основной заработной платы

Исполнители	Зб,руб.	кр	Зм,руб	Здн,руб.	Tраб. раб.дн.	Зосн,руб.

Продолжение таблицы 17

НР	17000	1,3	21000	556,2	30	12465
С	1853,8	1,3	2410	83,1	150	16686
Итого $Z_{\text{осн}}$						<b>29151</b>

**5.3.2.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала**

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (7)$$

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

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (8)$$

где  $Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной зарплаты  $k_{\text{доп}} = 0,12$ ;

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

Значит, для научного руководителя:

$$Z_{\text{доп}} = 16686 \times 0,12 = 2002,32$$

Для студента:

$$Z_{\text{доп}} = 12465 \times 0,12 = 1495,8$$

В табл. 18 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 18 – Заработная плата исполнителей проекта

<b>Заработная плата</b>	<b>Студент</b>	<b>Научный руководитель</b>
Основная зарплата	12465	16686
Дополнительная зарплата	1495,8	2002,32
Зарплата исполнителя	13960,8	16688,32
Итого по статье $C_{зп}$	32649,12	

#### **5.3.2.4 Отчисления на социальные нужды**

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (9)$$

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

Таким образом, отчисления равны:

$$C_{внеб} = 0,3 * 32649,12 = 9794,7$$

#### **5.3.2.5 Накладные расходы**

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые могут быть отнесены непосредственно на конкретную тему. Кроме того, сюда относятся расходы по содержанию, эксплуатации и ремонту оборудования, производственного инструмента и инвентаря, зданий, сооружений и др. В расчетах эти расходы принимаются в размере 70 - 90 % от суммы основной заработной платы научно-производственного персонала данной научно-технической организации.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{накл} = k_{накл} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (10)$$

где  $k_{накл}$  – коэффициент накладных расходов.

$$C_{накл} = 0,8 \times 32649,12 = 26119,296 \text{ руб.}$$

### 5.3.2.6 Формирование бюджета затрат проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку продукции. Группировка затрат по статья представлена в таблице 19.

Таблица 19 – Группировка затрат по статьям

Вид работы	Статьи						
	Материальные расходы	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Расходы на социальные нужды	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
1.	100,8	35850	29151	3498,12	9794,7	26119,296	104513,9
2.	100,8	45000	30000	4500	15000	30000	124600,8

### 5.3.3 Организационная структура проекта

Возможны три варианта организационной структуры проекта: функциональная, матричная и проектная.

Для выбора наиболее подходящей организационной структуры можно использовать таблицу 20.

Таблица 20 – Выбор организационной структуры научного проекта

Критерии выбора	Функциональная	Матричная	Проектная
Степень неопределенности условий реализации проекта	Низкая	Высокая	Высокая
Технология проекта	Стандартная	Сложная	Новая
Сложность проекта	Низкая	Средняя	Высокая
Взаимозависимость между отдельными частями проекта	Низкая	Средняя	Высокая

Продолжение таблицы 20

<b>Критичность фактора времени (обязательства по срокам завершения работ)</b>	Низкая	Средняя	Высокая
<b>Взаимосвязь и взаимозависимость проекта от организаций более высокого уровня</b>	Высокая	Средняя	Низкая

В данном случае выбор лежит к проектной структуре проекта из-за особенностей разработки. Составляющая проекта является модульные системы, работающие в постоянном взаимодействии с другими модулями. Также основной причиной выбора проектной структуры является то, что технология проекта является новой, и имеются ограниченные сроки реализации.

#### **5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

##### **5.4.1 Оценка абсолютной эффективности исследования**

Динамические методы оценки инвестиций базируются на применении показателей:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- срок окупаемости ( $D_{pp}$ );
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- индекс доходности (PI).

Все перечисленные показатели основываются на сопоставлении чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности, и их приведении к определенному моменту времени. Теоретически чистые денежные поступления можно приводить к любому моменту времени (к будущему либо текущему периоду). Но для практических целей оценку инвестиции удобнее осуществлять на момент принятия решений об инвестировании средств.

### 5.4.1.1 Чистая текущая стоимость (NPV)

Данный метод основан на сопоставлении дисконтированных чистых денежных поступлений от операционной и инвестиционной деятельности.

Если инвестиции носят разовый характер, то NPV определяется по формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (11)$$

где ЧДП<sub>оп</sub> – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

$I_0$  – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

$t$  – номер шага расчета ( =0, 1, 2... );

$n$  – горизонт расчета;

$i$  – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Чистая текущая стоимость является абсолютным показателем. Условием экономичности инвестиционного проекта по данному показателю является выполнение следующего неравенства:  $NPV > 0$ .

Чем больше NPV, тем больше влияние инвестиционного проекта на экономический потенциал предприятия, реализующего данный проект, и на экономическую ценность этого предприятия.

Таким образом, инвестиционный проект считается выгодным, если NPV является положительной.

Таблица 21 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Выручка от реализации, тыс. руб.	0	130,642	130,642	130,642	130,642
2.	Итого приток, тыс. руб.	0	130,642	130,642	130,642	130,642
3.	Инвестиционные издержки, тыс. руб.	-105,000	0	0	0	0

Продолжение таблицы 21

4.	Операционные затраты, тыс. руб. С+Аг+ФОТ	0	72,084	72,084	72,084	72,084
5.	Налогооблагаемая прибыль		58,558	58,558	58,558	58,558
6.	Налоги, тыс. руб Выр-опер=донал. приб*20%	0	11,712	11,712	11,712	11,712
7.	Итого отток, тыс. руб. Опер.затр.+ налоги	-105,000	83,796	83,796	83,796	83,796
8.	Чистый денежный поток, тыс. руб. ЧДП=Пчист+Ам Пчист=Пдонал.-налог	-105,000	50,431	50,431	50,431	50,431
9.	Коэффициент дисконтирования (приведения при $i = 20\%$ )	1,0	0,833	0,694	0,578	0,482
10.	Дисконтированный чистый денежный поток, тыс. руб. (с8*с9)	-105,000	42,009	34,999	29,149	24,307
11.	То же нарастающим итогом, тыс. руб. (NPV=25,464 тыс.руб.)	-105,000	-62,991	-27,992	1,157	25,464

#### 5.4.1.2 Дисконтированный срок окупаемости

Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости.

Рассчитывается данный показатель примерно по той же методике, что и простой срок окупаемости, с той лишь разницей, что последний не учитывает фактор времени.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (см. табл. 22).

Таблица 22 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1.	Дисконтированный чистый денежный поток ( $i=0,20$ )	-105,000	42,009	34,999	29,149	24,307
2.	То же нарастающим итогом	-105,000	-62,991	-27,992	1,157	25,464
3.	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{дск} = 2 + 27,992 / 29,149 = 2,96$ года				

### 5.4.1.3 Внутренняя ставка доходности (IRR)

Для установления показателя чистой текущей стоимости (NPV) необходимо располагать информацией о ставке дисконтирования, определение которой является проблемой, поскольку зависит от оценки экспертов. Поэтому, чтобы уменьшить субъективизм в оценке эффективности инвестиций на практике широкое распространение получил метод, основанный на расчете внутренней ставки доходности (IRR).

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования ( $i$ ) существует обратная зависимость. Эта зависимость следует из таблицы 23 и графика, представленного на рисунке 30.

Таблица 23 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№ п/п	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV
1	Чистые денежные потоки	-105000	50431	50431	50431	50431	
2	Коэффициент дисконтирования						
	$i=0,1$	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	$i=0,2$	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	$i=0,3$	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	$i=0,4$	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	$i=0,5$	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	$i=0,6$	1	0,625	0,39	0,244	0,095	
	$i=0,7$	1	0,588	0,335	0,203	0,07	



Продолжение таблицы 23

	i=0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	i=0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
3	Дисконтированный денежный поток, тыс. руб						
	i=0,1	-105000	45841.7	41656	37873.6	34444.3	54815.8
	i=0,2	-105000	42009	34999.1	29149.1	24307.7	25464.9
	i=0,3	-105000	38781.4	29855.1	22946.1	17650.8	4233.54
	i=0,4	-105000	36007.7	25719.8	18356.8	13112	-11803.5
	i=0,5	-105000	33637.4	22391.3	14877.1	9985.3	-24108.6
	i=0,6	-105000	31519.3	19668	12305.1	4790.9	-36716.4
	i=0,7	-105000	29653.4	16894.3	10237.4	3530.1	-44684.5
	i=0,8	-105000	28039.6	15583.1	8623.7	4790.9	-47962.5
	i=0,9	-105000	26526.7	13969.3	7362.9	3883.1	-53257.7

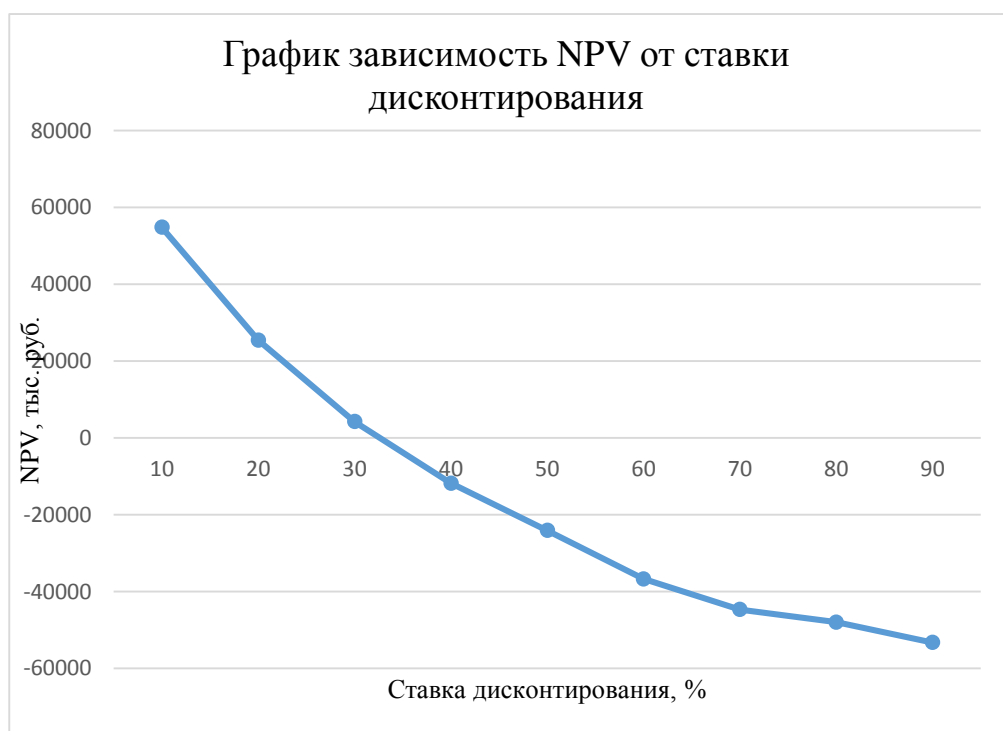


Рисунок 26 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования.

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки

доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0.34.

#### 5.4.1.4 Индекс доходности (рентабельности) инвестиций (PI)

Индекс доходности показывает, сколько приходится дисконтированных денежных поступлений на рубль инвестиций.

Расчет этого показателя осуществляется по формуле

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧПД_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (12)$$

где  $I_0$  – первоначальные инвестиции.

$$PI = \frac{42,009 + 34,999 + 29,149 + 24,307}{105,000} = 1,24$$

$1,24 > 1$ , следовательно, проект эффективен при  $i=0,2$ ;

$NPV=25,464$  тыс. руб.

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

#### 5.4.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (13)$$

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

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

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

Так как разработка имеет одно исполнение, то:

$$I_{финр}^p = \frac{105,0}{105,0} = 1;$$

Для аналогов с использованием другого программного обеспечения, которое стоит 25999 руб. (Microsoft Visual Studio Enterprise wMSDN ALNG LicSAPk OLP NL and JSX) и 62355 руб. (Visual Studio 2017 Professional):

$$I_{фин1}^{a1} = \frac{\Phi_{a1}}{\Phi_{max}} = \frac{130999}{105000} = 1,24$$

$$I_{фин2}^{a2} = \frac{\Phi_{a2}}{\Phi_{max}} = \frac{167355}{105000} = 1,59$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (14)$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов

исполнения проекта.

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	5	2
2. Удобство в эксплуатации	0,1	5	3	5
3. Быстродействие	0,20	4	4	4
4. Надежность	0,15	4	5	5
5. Воспроизводимость	0,25	5	4	5
6. Функциональность	0,15	5	4	3
ИТОГО	1	4,65	4,15	4,25

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{финр}^p$ ) и аналогов ( $I_{финаi}^{ai}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формулам:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{финр}^p}; \quad (15)$$

$$I_{финаi}^{ai} = \frac{I_m^{ai}}{I_{финаi}^{ai}}; \quad (16)$$

В результате:

$$I_{финр}^p = \frac{4,65}{1} = 4,65$$

$$I_{фина1}^{a1} = \frac{4,15}{1,24} = 3,34$$

$$I_{фин2}^{a2} = \frac{4,25}{1,59} = 2,67$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финаi}^{ai}} \quad (17)$$

Результат вычисления сравнительной эффективности проекта и сравнительная эффективность анализа представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Аналог1	Аналог2	Разработка
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1,24	1,59	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	4,15	4,65
3	Интегральный показатель эффективности	3,42	2,61	4,65
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,73	0,56	1

Таким образом, основываясь на определении ресурсосберегающей, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, проведя необходимый сравнительный анализ, можно сделать вывод о превосходстве выполненной разработки над аналогами.

## 6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Научно-исследовательская работа выполнялась в помещении, находящемся по адресу ул. Вершинина д.37 Общежитие №12 Томского Политехнического Университета, в комнате 314.

Площадь, приходящаяся на одно рабочее место пользователя ПК с ЭЛТ-монитором должна составлять не менее 6 м<sup>2</sup>, с монитором на базе плоских дискретных экранов – 4,5 м<sup>2</sup>, что позволяет расположить технические средства на безопасном расстоянии до пользователя.

Для данной рабочей зоны необходимо проанализировать следующие факторы. К вредным факторам относятся: микроклимат, шум, электромагнитные поля, освещение.

К опасным факторам рабочей зоны относятся: опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое электричество.

Чрезвычайные ситуации характерные для данного объекта: пожар.

Вопросы, относящиеся к организации и охране труда при работе за компьютером, регулируются:

- Трудовым кодексом Российской Федерации,
- Инструкцией по охране труда при работе на ПК.

### 6.1 Производственная безопасность

Описание вредных и опасных факторов приведено в таблице 26.

Таблица 26 – Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Выполнение работ по разработке информационной системы. 2. Эксплуатация информационной системы.	1. Отклонение показателей микроклимата в помещении. 2. Недостаточное освещение рабочего места	1. Поражение электрическим током. 2. Короткое замыкание 3. Статическое электричество	СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [13] СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение» [14]

Продолжение таблицы 26

	3. Превышение уровней шума. 4. Статические перегрузки. 5. Монотонная работа		ГОСТ 12.1.003-83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [16] ГОСТ 12.1.009-76. «Электробезопасность. Термины и определения» [17] ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты» [18]
--	---	--	---

**6.1.1 Микроклимат рабочего помещения.**

**Микроклимат производственных (рабочих) помещений** – климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности теплового излучения от нагретых поверхностей [15].

Мероприятия по доведению микроклиматических показателей до нормативных значений включаются в комплексные планы предприятий по охране труда. Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения (таблицы 27-28) [13]. Выполняемая работа относится к категории **легкая** (1б).

Таблица 27 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21 - 23	20 – 24	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 28 – Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений (СанПиН 2.2.4.548-96)

Период года	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	19,0 - 20,9	23,1 - 24,0	18,0 - 25,0	15 - 75	0,1	0,2
Теплый	20,0 - 21,9	24,1 - 28,0	19,0 - 29,0	15 - 75	0,1	0,3

В данном случае температура воздуха и температура поверхностей составляют 21<sup>0</sup>С и 20<sup>0</sup>С при относительной влажности 50% в холодный период года; 24<sup>0</sup>С и 23<sup>0</sup>С при относительной влажности воздуха 55% в теплый период года, что соответствует нормам СанПиН 2.2.4.548-96.

### 6.1.2 Производственное освещение

Освещение – получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Оно влияет на настроение и общее самочувствие, определяет эффективность труда. Нерационально организованное освещение может явиться причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие источники света и блики от них, резкие тени и пульсации освещенности ухудшают видимость и могут вызвать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта [14].

Длина рассматриваемого помещения составляет 6 метров, ширина – 3 м, высота – 2,5 м. Высота рабочей поверхности 0,7 м.

В помещении установлен светильник типа ОД 2-30, характеристики которого приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Характеристика светильника ОД 2-30

Мощность, Вт	Размеры, мм			Световой поток, лм
	Длина	Ширина	Высота	



Продолжение таблицы 29

2 x 30	933	204	156	1800
--------	-----	-----	-----	------

План светильников показан на рисунке 27.



Рисунок 27 – План светильников.

Расчёт общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняется методом коэффициента светового потока, учитывающим световой поток, отражённый от потолка и стен.

Коэффициент  $Z$  (отношение средней освещённости к минимальной) примем равным  $Z = 1.1$ . Коэффициент запаса определяется по таблице [14] в зависимости от запылённости помещения, в нашем случае  $K = 1.5$  (коэффициент запаса). Коэффициент использования, выражается отношением светового потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп и исчисляется в долях единицы. Он зависит от характеристик светильника, размеров помещения, окраски стен и потолка, характеризуемых коэффициентами отражения от стен (РС) и потолка (РП), значение

коэффициентов  $R_c$  и  $R_p$  определим по таблице из СНиП 23-05-95 [13],  $R_c = 70\%$ ,  $R_p = 50\%$ .

Значение  $\eta$  определим по таблице коэффициентов использования различных светильников из СНиП 23-05-95 [14]. Для этого вычислим индекс помещения по формуле:

$$I = \frac{S}{h \cdot (a+b)}, \quad (18)$$

Площадь помещения составляет  $18 \text{ м}^2$ .

$$I = \frac{18}{2,5 * (3 + 6)} = 0.8$$

Зная индекс помещения  $I$ ,  $R_c$  и  $R_p$ , определим коэффициент использования светового потока из таблицы, взятой из СНиП 23-05-95,  $\eta = 0,5$  [14]. Стандартный световой поток возьмём из таблицы, зная мощность и тип люминесцентной лампы, получаем  $\Phi_{ст} = 1060$ .

$$E_f = (N * n * \Phi_{ст} * \eta) / (S * k * z) \quad (19)$$

$$E_f = (8 * 2 * 1060 * 0,5) / (18 * 1,5 * 1,1) = 285 \text{ лк}$$

По нормам, установленным СНиП 23-05-95, минимальная освещённость рабочих поверхностей в офисных помещениях для работ средней точности при общем освещении должна быть равна  $200 \text{ лк}$  [14].

Таким образом, освещённость рабочей поверхности на рабочем месте соответствует заявленной норме.

### **6.1.3 Производственные шумы**

Шум – это совокупность различных звуков, возникающих в процессе производства и неблагоприятно воздействующих на организм [15].

Шум может привести к нарушениям слуха (в случае постоянного нахождения при шуме более  $85 \text{ децибел(dB)}$ ), может являться фактором стресса и повысить систолическое кровяное давление.

Дополнительно, он может способствовать несчастным случаям, маскируя предупреждающие сигналы и мешая сконцентрироваться.

Для рассматриваемого помещения основными источниками шума являются персональные компьютеры.

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест служебных помещений, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» [16].

Помещения, в которых для работы используются ПК не должны граничить с помещениями, в которых уровни шума превышают нормируемые значения.

В помещениях, оборудованных ПК, которые являются основным источником шума при выполнении данных видов работ, уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБА [16].

#### **6.1.4 Монотонность труда**

Однообразие выполняемых операций приводит к определенному техническому состоянию человека, называемому монотонией. Признаком монотонии является либо перегрузка одинаковой информацией, либо недостаток новой. Это накладывает отпечаток на функциональное состояние человека: он теряет интерес к выполняемой работе. Монотонная работа снижает эффективность труда, увеличивает текучесть кадров, аварийность и, как следствие, травматизм на производстве. Степень монотонности определяется числом элементов (приемов труда при реализации простого задания или многократно повторяющихся операций) и продолжительностью во времени выполнения этих элементов или операций. Если число элементов составляет 10 и более, то условия труда считают оптимальными; от 9 до 6 – допустимыми; менее 6 – напряженными.

Для повышения работоспособности в условиях монотонности рекомендуется применение разных форм физической активности (производственная гимнастика и различные виды физических упражнений), которые направлены на:

- увеличение уровня функциональной активности организма;
- устранение локальных перенапряжений отдельных групп мышц;

- компенсацию гипокинезии.

Благоприятное влияние физической активности на психофизиологическое состояние и продуктивность труда рабочих доказано как специальными исследованиями, так и практикой организации производства. Целесообразно применение следующих форм производственной гимнастики:

- вводная гимнастика продолжительностью 7 - 10 мин. в начале рабочей смены непосредственно у рабочего места.
- физкультурные паузы в течение 5 мин. один-два раза за рабочую смену
- физкультурные минутки (по 1,5 - 3 мин.) проводятся самостоятельно 3 - 5 раз за рабочую смену в микропаузы между трудовыми операциями.

#### **6.1.5 Степень нервно-эмоционального напряжения**

Длительная работа в условиях постоянного нервно-эмоционального напряжения может привести к сердечно-сосудистым заболеваниям. Всякое воздействие, превышающее допустимые пределы, вызывает нарушение деятельности анализаторов и даже приводит к болевым ощущениям. Задача разработчиков технологических процессов – не допустить перенапряжение высшей нервной деятельности, иначе может наступить стресс. Стресс появляется в экстремальных ситуациях при невозможности адаптации организма к чрезвычайным воздействиям. Производственный процесс должен быть организован таким образом, чтобы появление стрессов было исключено.

Важным фактором, влияющим на нервно-эмоциональное напряжение, является фактическая продолжительность рабочего дня. При продолжительности рабочего дня до 7 ч условия труда считаются оптимальными, до 9 ч – допустимыми, более 9 ч – к напряженным. Продолжительность непрерывной работы до 12 ч относят к напряженному труду 1 степени, а более 12 ч – к 2 степени.

Таким образом, соблюдение фактической продолжительности рабочего дня, снижает возможность нервно-эмоционального перенапряжения. Также

одним из эффективных средств устранения неблагоприятного влияния нервно-эмоционального напряжения и обеспечения высокого уровня работоспособности является активный двигательный режим, в частности физические аэробные упражнения с ритмичным брюшным типом дыхания.

### **6.1.6 Электробезопасность**

Электробезопасность – система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного для жизни воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [17].

Опасное и вредное воздействия на людей электрического тока и электрической дуги проявляются в виде электротравм и профессиональных заболеваний.

Помещение, где расположены персональные вычислительные машины, относится к помещениям без повышенной опасности [18], так как отсутствуют следующие факторы:

- сырость;
- токопроводящая пыль;
- токопроводящие полы;
- высокая температура;
- возможность одновременного прикосновения человека к имеющим

соединение с землёй металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам и механизмам, металлическим корпусам электрооборудования.

К мероприятиям по предотвращению возможности поражения электрическим током следует отнести [18]:

- при производстве монтажных работ необходимо использовать только исправный инструмент, аттестованный службой КИПиА;
- с целью защиты от поражения электрическим током, возникающим между корпусом приборов и инструментом при пробое сетевого напряжения на корпус, корпуса приборов и инструментов должны быть заземлены;

- при включенном сетевом напряжении работы на задней панели должны быть запрещены;
- все работы по устранению неисправностей должен производить квалифицированный персонал;
- необходимо постоянно следить за исправностью электропроводки.

Перед началом работы следует убедиться в отсутствии свешивающихся со стола или висящих под столом проводов электропитания, в целостности вилки и провода электропитания, в отсутствии видимых повреждений аппаратуры и рабочей мебели.

Токи статического электричества, наведенные в процессе работы компьютера на корпусах монитора, системного блока и клавиатуры, могут приводить к разрядам при прикосновении к этим элементам. Такие разряды опасности для человека не представляют, но могут привести к выходу из строя компьютера. Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, местное и общее увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой [15].

### **6.1.7 Пожарная безопасность**

Пожарная безопасность – комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара [19].

Рабочее помещение, в котором производится работа по выполнению ВКР по пожарной и взрывной опасности относят к категории В [20].

К противопожарным мероприятиям в помещении относят следующие мероприятия [15]:

1) помещение должно быть оборудовано: средствами тушения пожара (огнетушителями, ящиком с песком, стендом с противопожарным инвентарем); средствами связи; должна быть исправна электрическая проводка осветительных приборов и электрооборудования;

2) каждый сотрудник должен знать место нахождения средств пожаротушения и средств связи; помнить номера телефонов для сообщения о пожаре; уметь пользоваться средствами пожаротушения.

Помещение обеспечено средствами пожаротушения в соответствии с нормами [19]:

- 1) пенный огнетушитель ОП-10 – 1 шт.
- 2) углекислотный огнетушитель ОУ-5 – 1 шт.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности.

Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, число, размеры и конструктивно-планировочные решения которых регламентированы строительными нормами СНиП 2.01.02-85.

Помещение и этаж оборудованы следующими средствами оповещения:

- световая индикация в коридорах этажа;
- звуковая индикация в виде громкоговорителя;
- пассивными датчиками задымленности.

## **6.2 Экологическая безопасность**

Охрана окружающей среды сводится к устранению отходов бытового мусора и отходам жизнедеятельности человека. В случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих [21].

На сегодняшний день одним из самых распространенных источников ртутного загрязнения являются вышедшие из эксплуатации люминесцентные лампы. Каждая такая лампа, кроме стекла и алюминия, содержит около 60 мг ртути. Поэтому отслужившие свой срок люминесцентные лампы, а также другие

приборы, содержащие ртуть, представляют собой опасный источник токсичных веществ.

В целом, утилизация ламп предполагает передачу использованных ламп предприятиям – переработчикам, которые с помощью специального оборудования перерабатывают вредные лампы в безвредное сырье – сорбент, которое в последующем используют в качестве материала для производства, например, тротуарной плитки.

Под хранением отходов понимается временное размещение их в специально отведенных для этого местах или объектах до их утилизации. Отработанные люминесцентные лампы, согласно Классификатору отходов ДК 005-96, утвержденному приказом Госстандарта № 89 от 29.02.96 г., относятся к отходам, которые сортируются и собираются отдельно, поэтому утилизация люминесцентных ламп и их хранение должны отвечать определенным требованиям [22].

### **6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

В данном случае на объекте (офис) могут возникать чрезвычайные ситуации (ЧС) следующего характера:

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Наиболее типичной ЧС для помещения, в котором производится выполнение работы, является пожар. Данная ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности и т.д.

Для того чтобы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара:

- периодическая проверка проводки;
- отключение оборудования при покидании рабочего места;



– проведение инструктажа работников о пожаробезопасности.

Чтобы увеличить устойчивость офисного помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения, установка огнетушителей, обеспечить офис и проинструктировать рабочих о плане эвакуации из офиса, а также назначить ответственных за эти мероприятия. Два раза в год (в летний и зимний период) проводить учебные тревоги для отработки действий при пожаре. В ходе осмотра офисного помещения были выявлены системы, сигнализирующие о наличие пожара или задымленности помещения и наличие огнетушителей.

В случае возникновения ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из офисного помещения в соответствии с планом эвакуации (Рисунок 28). При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения возникшего возгорания огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов, пожарников. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.



Рисунок 28 – План эвакуации при пожаре и других ЧС.

## 6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования к организации рабочих мест пользователей:

- рабочее место должно быть организовано с учетом эргономических требований согласно ГОСТ 12.2.032-78 «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [23] и ГОСТ 12.2.061-81 «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» [24];

- конструкция рабочей мебели (рабочий стол, кресло, подставка для ног) должна обеспечивать возможность индивидуальной регулировки соответственно росту пользователя и создавать удобную позу для работы. Вокруг ПК должно быть обеспечено свободное пространство не менее 60-120см;

- на уровне экрана должен быть установлен оригинал-держатель.

—Далее представлены требования к рабочему месту (Рисунок 29).

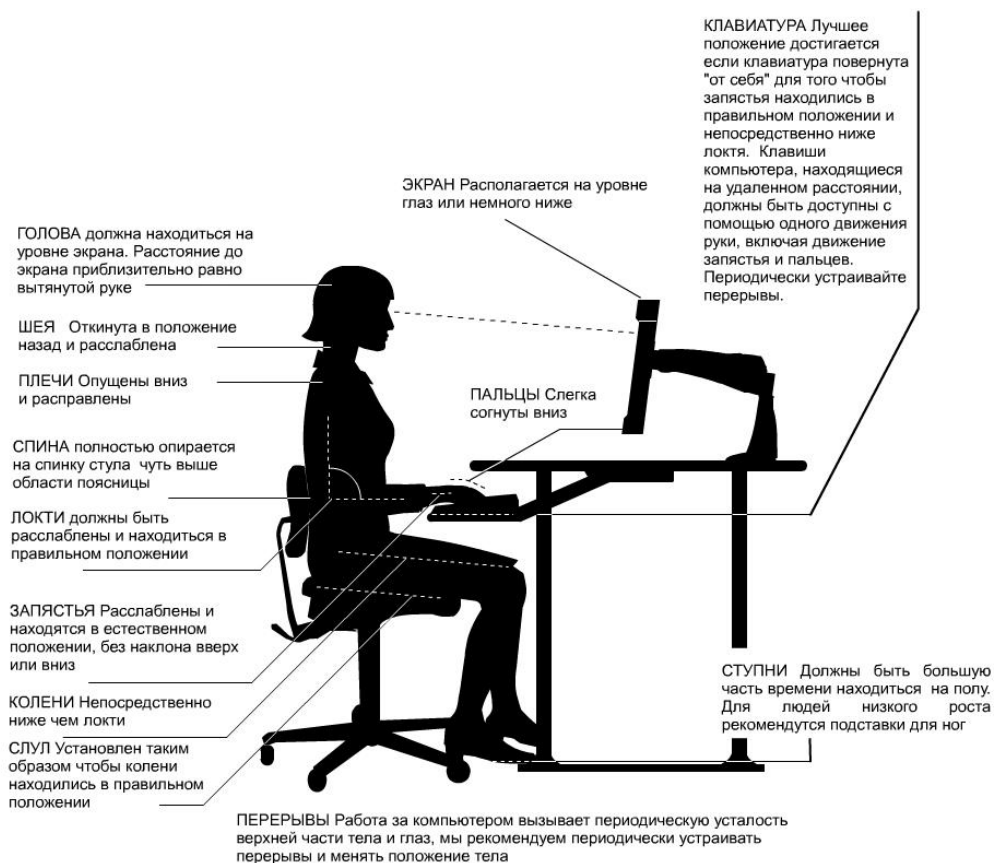


Рисунок 29 – Организация рабочего места.

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

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

Обязательно предусмотрен предварительный медосмотр при приеме на работу и периодические медосмотры.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Данная магистерская диссертация была направлена на изучение влияние освещенности на зрение человека, а также возможность реализовать прогнозирование влияние низкого уровня освещенности на остроту зрения человека.

В ходе работы был определен основной функционал автоматизированной системы измерения и анализа уровня освещенности, который в режиме реального времени производит замер текущего уровня освещенности, а также анализирует полученные данные.

Были выбраны основные инструменты для разработки данной системы.

Было проведено исследования влияния уровня освещенности на зрение человека и возможность прогноза.

Было рассмотрено финансовое обоснование проведения исследования, а также рассмотрены факторы, влияющие на магистра в ходе проведения исследования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Освещенность [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/освещенность> (23.10.2017)
2. Нормы освещенности и стандарты СНИП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://modern-led.ru/stati/29-normy-osveshchennosti> (23.10.2017)
3. Национальный стандарт освещение рабочих мест внутри зданий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosexpertpravo.ru/law/Index2/1/4293774/4293774885.htm> (07.11.2017)
4. Люксметр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/люксметр> (10.11.2017)
5. Умный дом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/умный\\_дом](https://ru.wikipedia.org/wiki/умный_дом) (15.11.2017)
6. Mathew J., Zhenyu W. Embedded system design of an advanced illumination measurement system for highways / Mathew Johnson, Zhenyu Wang // . – 2014. – . – С. 11.
7. Стандартизация клинических исследований остроты зрения после имплантации мультифокальной интраокулярной линзы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eyepress.ru/article.aspx?17944> (20.04.2018)
8. Kravkov, S. V. Illumination and visual acuity / S. V. Kravkov. // . – 2014. – . – С. 24. (25.04.2018)
9. Fiat Lux: the effect of illuminance on acuity testing [Электронный ресурс] URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4884565/>
10. Фоторезистор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/фоторезистор> (03.05.2018)
11. Система управления освещением [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система\\_управления\\_освещением](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_управления_освещением) (20.11.2017)
12. Быстрый старт с Arduino [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/masterkit/blog/257747/> (20.12.2017)

13. СанПиН 2.2.4.548-96. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
14. СНиП 23-05-95. «Естественное и искусственное освещение».
15. Назаренко, Ольга Брониславовна. Безопасность жизнедеятельности : учебное пособие / О. Б. Назаренко, Ю. А. Амелькович; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 3-е изд., перераб. и доп. — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 177 с
16. ГОСТ 12.1.003-83. «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности».
17. ГОСТ 12.1.009-76. «Электробезопасность. Термины и определения»
18. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ «Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
19. СНиП 21-01-97. «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
20. НПБ 105-2003. «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».
21. ГОСТ 17.4.3.04-85. «Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения».
22. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами».
23. ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования».
24. ГОСТ 12.2.061-81. «ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам»

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – РАЗДЕЛ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ

### Раздел 2 Исследование

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ВМ6Г	Хотинский Алексей Валерьевич		

Консультант отделения ИТ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Ефремов Александр Александрович	-		

Консультант отделения ИЯ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кудряшова Александра Владимировна	-		

## **2 RESEARCH**

To implement the ability to predict the effect of light exposure on the human vision were reviewed scientific articles, which describes the process of visual acuity depending on the light and affect a person's vision. A scientific article by Fomina and Malyugina "Standardization of clinical studies of visual acuity after implantation of a multifocal intraocular lens" was considered. This article discusses the possibility of achieving the maximum visual acuity by clinical operations on the human eye as well as the study of different lighting effects on visual acuity of a person. Also, the scientific article the professor Kravkov «ILLUMINATION AND VISUAL ACUITY» was considered. This article discusses the possibility of measuring visual acuity at different levels of ambient light.

More attention was paid to the work of Lawrence P. Tidbury and Gabriela Zanner from the Liverpool Medical University [6]. Scientists in a study conducted an experiment, the authors of the scientific paper selected 28 people aged 21 to 60 years with no vision problems. Lawrence P. Tidbury and Gabriela Zanner proposed to pass the test with the help of LogMAR chart - this is an original alphabetic map for assessing visual acuity at different levels of illumination.



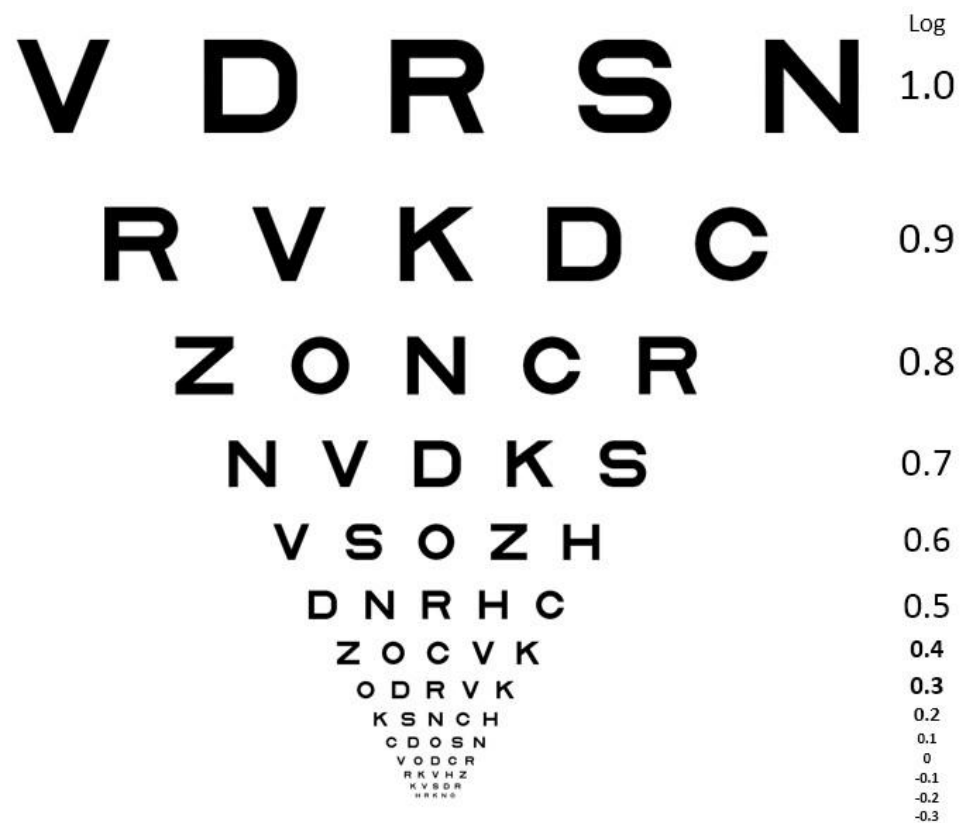


Figure 5 – LogMAR chart.

The test was conducted in a room with light at a distance of 3.5 m to the object of investigation. The visual acuity was evaluated with a modified method of counting letters, where all errors to the penultimate line were ignored. Graphs were backed high optical white paper to simulate the visual acuity test unit. The Precision Gold TM was installed on the LogMAR diagram. To investigate the 15 illumination levels were used by 50 lx to 8000 lx. The illumination of "daylight", namely the exposure to direct sunlight was the maximum level of illumination used in the study.

The test for assessing visual acuity was repeated until each eye was tested in each of the refractive states for one session, up to an hour. The level of illumination was randomized, and the visual acuity graph did not change with each change in the level of illumination. All tests were performed by one of the authors to provide consistent support and calculation of visual acuity assessment.

Changes in visual acuity were studied with each illumination and refractive state using a linear model of mixed effects. To account for a possible correlation

measurements emanating from the same subject and from the same eye, one can assume a random effects of the test and its eyes. The derived model is as follows:

$$\log \text{Mar}_{ijkl} = \beta_0 + (\beta_{01} + w_i) \log_{10}(\text{Illum}_k) + \beta_{021} RS_1 + u_i + \beta_{031} \log_{10}(\text{Illum}_k) * RS_1 + e_{ij} \quad (1)$$

where i - the index for individuals, j - index for eyes (1 and 2 to the left for the right eye), k - Code illumination levels, l - refractive index for the state of the levels (0-3), Illum k - k-th level covariance illumination and RS1 - four levels of factor refractive state.

The term  $w_i$  and  $u_i$  are objective random effects. They are expected to have a Gaussian distribution with a non-zero average and an unknown correlation, which must be assessed according to the principle of maximum likelihood.

Furthermore, the term  $e_{ij}$  is a zero mean Gaussian error term changes in any unexplained LogMAR due to specific characteristics of j-th eye to i-th object. To find the best descriptive model for visual acuity, we used model selection criteria. Then the standard diagnostics of the remnants of the final model was performed. Then this model was used to calculate 95% confidence intervals.

Due to the obtaining and averaging of these values, the scientists found that with a poor level of illumination, visual acuity is reduced. The data are presented in Table 2.

Table 2 - Visual acuity data.

Illumination level (Lx),	Visual acuity right eye,	Visual acuity left eye.
50	0,32	0,30
75	0,29	0,29
100	0,30	0,28
150	0,27	0,23
200	0,24	0,22
300	0,22	0,21
500	0,22	0,13

The results of this study show that changes in illumination have a statistically significant effect on visual acuity. An increase in illumination from 50 to 500 lx resulted in an improvement in the visual acuity of 0.12 LogMAR

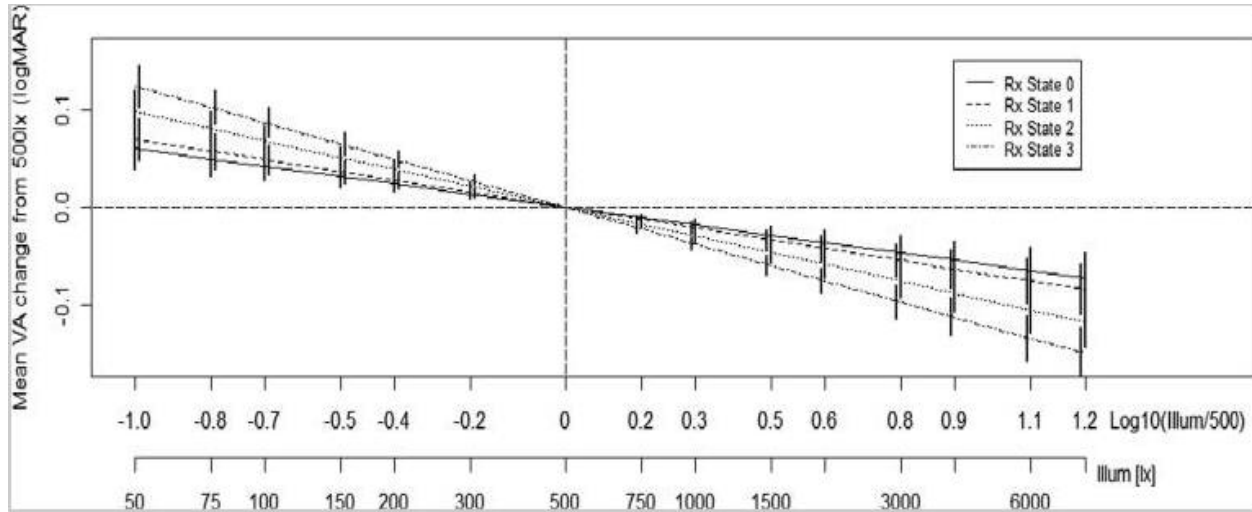


Figure 6 - Changing in visual acuity.

You can notice that all the studies were carried out not on one person, but on 21 subjects, under different illumination, the data obtained during the experiment are shown in Figure 7.

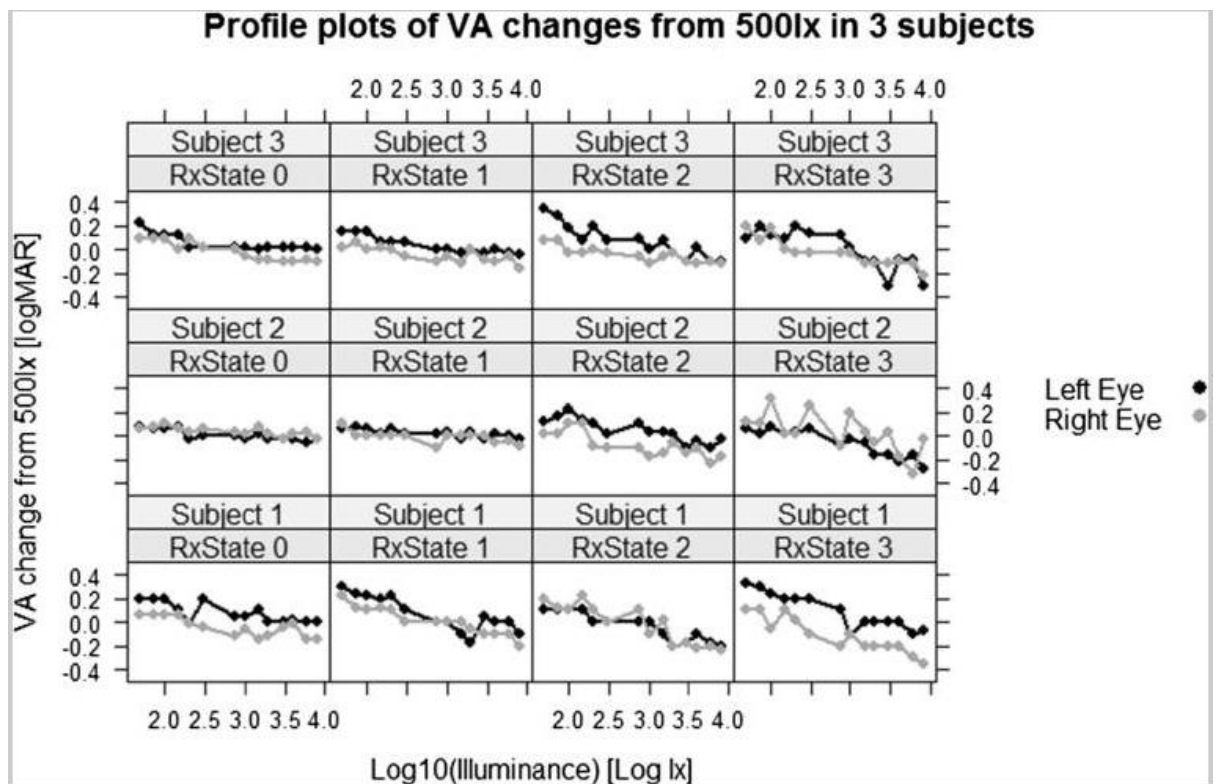


Figure 7 - Static model of changing in visual acuity.

Such studies show significant clinical consequences in the form of visual acuity improvements with the correct use of the recommended level of illumination.

Thus, it is possible to use the data of the visual acuity dependence on the current level of room illumination obtained in the course of research conducted by different scientists whose scientific articles were used in this section. These data were used to develop this automated system for measuring and analyzing the level of illumination. The illumination data required for analysis will be obtained using digital light sensors in real time, and then a graph of the interpolated function of the visual acuity versus illumination is drawn to visualize this dependence.

To make a prediction of the influence of the level of illumination on the acuity of human vision, it is necessary to find out at what speed human eyesight deteriorates and there are signs of myopathy.

Myopathy is a disease of the eye, in which the sick person does not see objects that are far away from him, but very well sees objects located near. This disease occurs quite often. Myopathy, or else the disease in common is called myopia, it is a consequence of the fact that the image perceived by the eye, falls not on the retina, but on the plane in front of it.

Having studied a large number of articles on the rate of deterioration (to find articles of the Ministry of Health, etc.) of sight, at a young age, you can conclude, citing the Ministry of Health that the vision of people who are for a long time, with an incorrect level of illumination, by about 40 percent. Thus, using the data obtained by the LogMAR study, it can be assumed that the visual acuity of a person with an impressively incorrect level of illumination per year falls to a value equal to 0.04. Using this value and the values of the dependence of visual acuity on illumination, it is not difficult to construct an extrapolated function of predicting a deterioration in visual acuity under incorrect lighting for several years in advance.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б – СХЕМА РАБОТЫ ПРИЛОЖЕНИЯ

