

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки – Электроника и нанoeлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Атмосферно-оптическая линия связи

УДК 621.391.6

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Халеев Александр Анатольевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ф. А. Губарев	к. ф.-м. н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Н. О. Чистякова			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	И. Л. Мезенцева			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ПМЭ	Ф. А. Губарев	к. ф.-м. н., доцент		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки - Электроника и нанoeлектроника
Кафедра промышленной и медицинской электроники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

_____ Ф.А. Губарев
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1A21	Халееву Александру Анатольевичу

Тема работы:

Атмосферно-оптическая линия связи

Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)

№ 3145/с от 22.04.2016 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Реализовать атмосферно-оптическую линию связи.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Спроектировать и реализовать: 1. Источник информации; 2. Приёмник информации; 3. Оптическую линию связи между источником и приёмником. Исследовать полученную атмосферно-оптическую линию связи на предмет: 1. Максимально возможного расстояния передачи информации по оптическому каналу; 2. Потери информации в зависимости от расстояния передачи
Перечень графического материала	- Принципиальные схемы источника и приёмника информации; - Структурная схема атмосферно-оптической линии связи; - Графики зависимости потерянной информации от расстояния между источником и приёмником.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Наталья Олеговна, доцент, к. э. н.
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна, ассистент.

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ПМЭ	Губарев Фёдор Александрович	к. ф.-м. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Халеев Александр Анатольевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1A21	Халеев Александр Анатольевич

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Промышленной и медицинской электроники
Уровень образования	бакалавриат	Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

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

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

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Анализ конкурентных технических решений, выявление сильных, слабых сторон проекта, возможностей и угроз, оценка готовности проекта к коммерциализации.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Перечень заинтересованных сторон, рабочая группа проекта, График проведения исследования, бюджет научного исследования.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Сравнительная эффективность разработки, преимущества перед аналогами.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Зав. кафедрой	Чистякова Н. О.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Халеев Александр Анатольевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1A21	Халееву Александру Анатольевичу

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Промышленной и медицинской электроники
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

Объект исследования это атмосферно-оптическая линия связи, которую планируется применять в лабораториях НИ ТПУ. Для её реализации были сделаны приёмник и источник информации на микроконтроллерах семейства Atmega.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.

Вредные факторы:

1. Отклонение показателей микроклимата;
2. Недостаточная освещённость рабочей зоны;
3. Превышение уровней электромагнитного излучения.

Опасные факторы:

1. Факторы электрической природы;
2. Факторы пожарной природы;
3. Факторы термической природы.

2. Экологическая безопасность.	<i>Исследования проводимые в ходе работы показали, что при реализации данного проекта образуются отходы бытового характер, которые необходимо сортировать и выбрасывать в разные контейнеры, а так же есть вероятность специальной утилизации некоторых предметов.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.	<i>Возможными чрезвычайными ситуациями являются ЧС техногенного характера, например опасность возникновения пожара.</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рабочее место при выполнении работ в положении сидя за компьютером должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; при работе с паяльником СП 952-72.

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева И. Л.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1A21	Халеев Александр Анатольевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 68 с., 10 рис., 24 табл., 30 источников, 1 прил.

Ключевые слова: Атмосферно-оптическая линия связи, приёмник информации, источник информации, оптический канал, микроконтроллер.

Объектом исследования является атмосферно-оптическая линия связи.

Цель работы – Практическая реализация атмосферно-оптической линии связи.

В процессе исследования проводились программирование микроконтроллеров, пайка схем источника и приёмника информации, создание и исследование атмосферно-оптической линии связи.

В результате исследования была реализована атмосферно-оптическая линия связи корректно работающая на расстоянии 250 см.

Степень внедрения: Создан лабораторный макет.

Область применения: Исследования в лабораторных условиях, передача информации на небольших расстояниях.

Экономическая эффективность/значимость работы: перспективность и экономическая эффективность работы высокая, возможна успешная коммерциализация проекта.

В будущем планируется доработать схему, и реализовать передачу информации по оптическому каналу с одного ПК на другой.

Введение

В современном мире, информация и всё что с ней связано (передача, шифрование, хранение информации и т.д.), имеют очень большое значение для общества. В данной работе рассматривается такой важный процесс как передача информации по оптическому каналу.

На данный момент есть ряд способов передачи информации по оптическим каналам, среди них существуют два основных вида: проводная или «закрытая» и беспроводная «открытая» передача. Закрытые линии, не зависящие от погодных условий, работающие вблизи минимума спектра релеевского рассеяния материала волокон ($\lambda \sim 1.3 \div 1.8$ мкм), в кратчайшее время заняли лидирующее положение при передаче информации на большие расстояния, несмотря на возможные проблемы в будущем, такие, например, как «потемнение» материала волокон по мере увеличения срока их эксплуатации под воздействием искусственного и естественного радиационного фона [1]. Открытые же линии, не получили такого широкого распространения. Тем не менее на сегодняшний день для открытых оптических линий связи нашлась своя ниша — они используются на относительно небольших дистанциях в местах где осуществить закрытую линию связи технически сложно. Например в больших городах, или в сейсмически активных районах где наземные и подземные пространства мало доступны.

Таким образом, целью данной работы является практическая реализация атмосферно-оптической линии связи, которая в дальнейшем позволит проводить исследования в этой области.

Глава 2. Практическая реализация атмосферно-оптической линии связи

Источник и приёмник информации было решено реализовывать на микроконтроллерах Atmega8a фирмы Atmel. Написание программы для микроконтроллеров проходило в программе CodeVision AVR. Программировались контроллеры с помощью отладочной платы СТК-500 в НИ ТПУ ИНК на кафедре ПМЭ. В качестве источника питания решено было использовать зарядное устройство для телефонов с выходным напряжением 5 В и током 1 А. Светодиоды для источника: FYL-5013URC. Семисегментный индикатор: SA04-11SRWA с общим анодом (электрические параметры для отдельных сегментов такие же как и у светодиода FYL-5013URC). Светодиод регистрации приёма оптической информации: DFL-5013PGC-20 (электрические параметры такие же как и у светодиода FYL-5013URC, разница только в цвете свечения). Фотодиод: ФД-263-01.

Некоторые параметры элементов схемы необходимые для расчётов:

Максимальное напряжение на ножках контроллера: 6 В.

Максимальный постоянный ток через ножки портов входа/выхода 40 мА.

Уровень логической единицы: 2.7-5.5 В.

Максимальный прямой ток светодиодов источника: $I_{f_{max}} = 150$ мА.

Типовой прямой ток светодиодов источника: $I_{f_t} = 30$ мА

Максимальное падение напряжение на светодиоде источника при прямом включении:

$U_{f_t} = 1.85$ В. При $I_{f_t} = 30$ мА.

$U_{f_{max}} = 2.2$ В. При $I_{f_{max}} = 150$ мА.

Максимальная длина волны излучаемого света: $\lambda_{max} = 660$ нм.

Необходимые для расчётов параметры транзистора КТ815Б:

$h_{21э}$ ср	$U_{кэ}$ нас	$U_{бэ}$ max	$I_{ки}$ max	$I_{б}$ max
157.5	0.6 В	5 В	3 А	0.5 А

2.1 Источник информации

Принципиальная схема приведена в приложении А.

Код программы приведён в приложении Б.

Краткое описание работы схемы

Ядром схемы служит микроконтроллер Atmega8a. Ножка PB0 управляет транзистором, который работает в ключевом режиме. Когда на базе транзистора отпирающее напряжение 5 В. Транзистор отпирается и светодиоды горят. Светодиоды производят 8 миганий при нажатии на кнопку. 8 миганий было решено сделать для того чтобы иметь возможность регистрировать лишние биты информации на приёмнике.

Расчёт элементов схемы

Расчёт резисторов ограничивающих ток через светодиоды:

Напряжение питания: $U_{\text{п}} = 5 \text{ В}$. Необходимо обеспечить наиболее яркое свечение, при этом не превышая максимального значения тока для светодиода. Поэтому будем ориентироваться на значение 30 мА. Транзистор будем считать открытым.

По закону Ома: $R_{1-13} = \frac{U}{I} = \frac{5\text{В}}{30\text{мА}} = 166.6 \text{ Ом}$; Из ряда E24 выберем резистор с номиналом 160 Ом.

Выбор транзистора:

Ток коллектора будет равен: $I_{\text{к}} = \frac{U_{\text{п}}}{R_1} * 13 = \frac{5 \text{ В}}{160 \text{ Ом}} * 13 = 0,4 \text{ А}$

Множитель 13 появился из-за того что к коллектору подключены 13 светодиодов.

Ток базы: $I_{\text{б}} = \frac{I_{\text{к}}}{\beta} = \frac{0,4\text{А}}{157.5} = 2.5 \text{ мА}$

Расчёт базового резистора:

$R_{\text{б}} = \frac{U_{\text{мк}}}{I_{\text{б}}} = \frac{5 \text{ В}}{2.5 \text{ мА}} = 2000 \text{ Ом}$; Из ряда E24 выберем резистор с номиналом 2.2 кОм.

Для ограничения тока через ножку PD2 резистор R_{15} выбрали равным 10 кОм.

2.2 Приёмник информации

Принципиальная схема приведена в приложении В.

Код программы приведён в приложении Г.

Краткое описание работы схемы

Ядром схемы служит микроконтроллер Atmega8a. Порт В управляет работой семисегментного индикатора. На ножку PD5 подключена кнопка для сброса показаний семисегментного индикатора. Ножки 6 и 7 порта D используются в качестве двух входов аналогового компаратора.

На ножку PD7(Ain1) подаётся опорное напряжение, которое задаётся от источника питания с помощью резистивного делителя, в нижнем плече которого находятся два резистора включенных последовательно: один переменный (R_{12}) второй постоянный (R_{13}) для регулирования опорного напряжения от минимума 360 мВ до максимума 1.56 В. Минимум опорного напряжения соответствует максимальной чувствительности схемы. Максимум соответствует минимальной чувствительности.

На ножку PD6(Ain0) подаётся напряжение, которое задаётся с помощью делителя. В верхнем плече которого находится фотодиод, который непосредственно регистрирует принимаемую оптическую информацию, а в другом два резистора включенных последовательно: один переменный (R_{14}), другой постоянный (R_{15}), с помощью которых так же можно регулировать чувствительность схемы.

Компаратор сравнивает напряжения на нижних плечах делителей, результат сравнения хранится в пятом бите регистра ACSR. Если напряжение Ain0 больше опорного напряжения Ain1 бит сравнения устанавливается в логическую единицу, если меньше в логический ноль. Содержимое регистра ACSR выведено на порт С. На ножку PC5 подключен светодиод который используется для регистрации установления оптической связи между источником и приёмником.

Расчёт элементов схемы

Т.к. отдельные сегменты семисегментного индикатора SA04-11SRWA имеют такие же электрические характеристики, как один светодиод FYL-5013URC, то для них можно взять такие же ограничивающие резисторы равные 160 Ом. $R_1-R_8 = 160 \text{ Ом}$. Ток, протекающий через последовательное соединение такого сегмента, и резистора равен 30 мА, что не превышает максимально допустимого значения входного тока микроконтроллера (40 мА).

Резистор (R_9) ограничивающий ток для светодиода примем равным 10 кОм.

Для ограничения тока через ножку PD5 резистор R_{10} выбрали равным 10 кОм.

Резисторы R_{14} и R_{15} подобраны экспериментально таким образом, чтобы обеспечивалась максимальная чувствительность, при условии что схема не будет реагировать на нормальное комнатное освещение.

В качестве границ для опорного напряжения были выбраны следующие значения: верхняя граница $\sim 1.5 \text{ В}$, нижняя граница $\sim 0.3 \text{ В}$. При таких значениях обеспечивались достаточная чувствительность схемы (при том что схема не реагировала на нормальное освещение помещения) и максимальная чувствительность соответственно (но схема при таких значениях опорного напряжения начинает регистрировать нормальное освещение помещения).

Расчёт резисторов R_{11} , R_{12} , R_{13} :

За основу был принят переменный резистор R_{12} номиналом 20 кОм, для того что бы сократить перечень элементов. Так же был выбран резистор $R_{13} = 2.2 \text{ кОм}$, на котором будет выделяться напряжение 300 мВ, при минимальном сопротивлении переменного резистора. Таким образом:

$$R_{11} = \frac{(R_{12}+R_{13})U_{R11}}{U_{R12}+U_{R13}} = \frac{(20000+2200)*3.5}{1.5} = 51 \text{ кОм};$$
 Из ряда E24 выберем резистор с номиналом 47 кОм.

2.3 Атмосферно-оптическая линия связи

Структурная схема лабораторной установки представлена на рисунке 3.1.

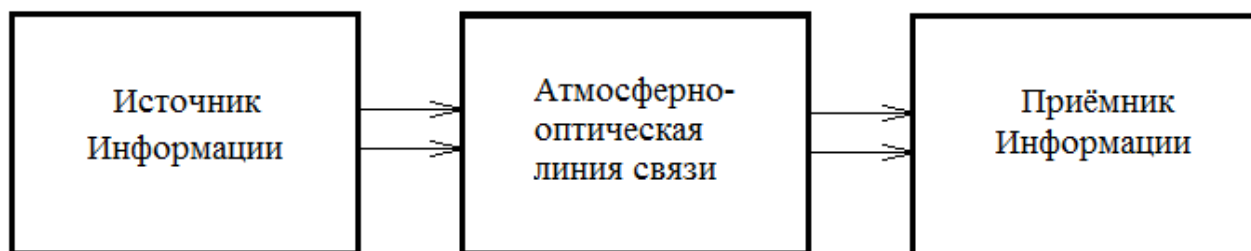


Рис. 2.1 – структурная схема лабораторной установки.

Источник информации (ИИ) – устройство генерирующее информацию передающее её в двоичном коде посредством мигания светодиодов.

Приёмник информации (ПИ) – устройство принимающее информацию.

Атмосферно-оптическая линия связи – часть пространства (атмосферы) по которой осуществляется передача информации и система линз с помощью которых свет светодиодов ИИ фокусируется и направляется на фотодиод ПИ.

В данной работе было проведено три эксперимента, результаты которых будут приведены в следующей главе. В первом эксперименте информация передавалась непосредственно через атмосферу без использования линз. Его структурная схема представлена на рисунке 3.2.

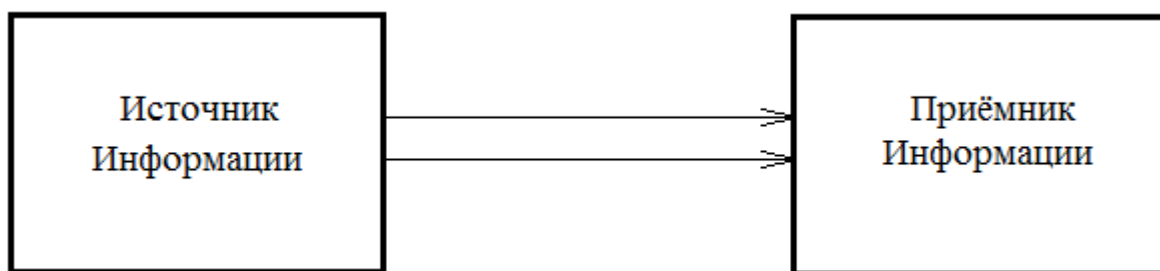


Рис. 2.2 – Структурная схема первого эксперимента.

Во втором эксперименте использовалась собирающая линза с фокусным расстоянием $F=10$ см расположенная на рельсе возле ПИ. Функциональная схема второго эксперимента представлена на рисунке 3.3.

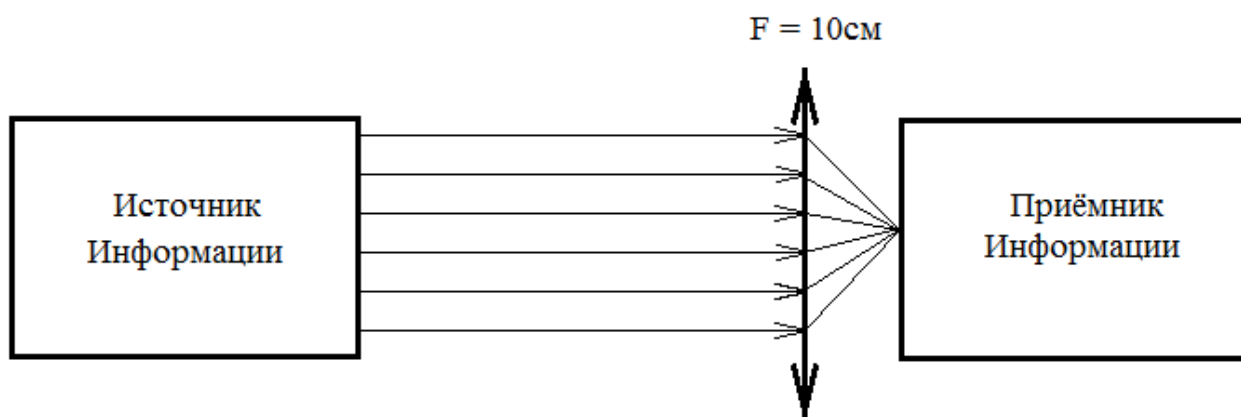


Рис 2.3 – Функциональная схема второго эксперимента.

В третьем эксперименте использовались две линзы. У первой $F_1=110$ см. У второй линзы $F_2=10$ см. Функциональная схема представлена на рисунке 3.4.

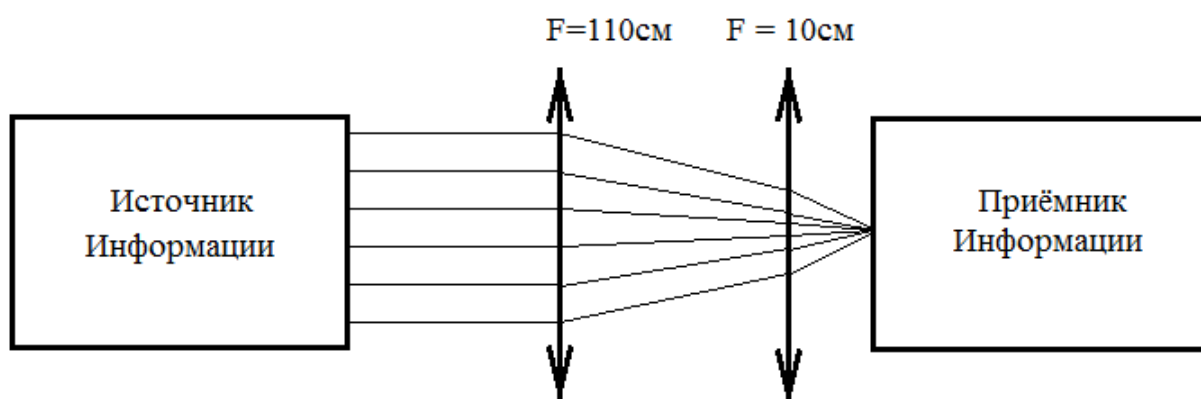


Рис. 2.4 – Функциональная схема третьего эксперимента.

Для третьего эксперимента были использованы 2 линзы из-за того что первая линза с $F_1=110$ см не собирала свет ИИ в один пучок, по причине того что светодиодная матрица ИИ не являлась для неё точечным источником света, и на её фокусном расстоянии получалось изображение приведённое на рисунке 3.5.

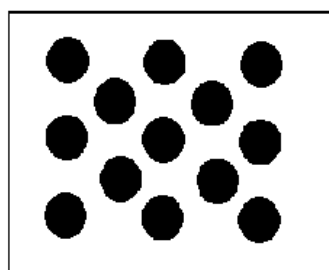


Рис 2.5 – Изображение, получаемое на расстоянии равном $F_1=110$ см.

Глава 3. Эксперименты и результаты

3.1 Эксперимент №1

При проведении эксперимента светодиоды горели постоянно, не мигая, для этого на базу транзистора было подано напряжение 5 В от источника питания. Эксперимент проводился следующим образом: сначала было найдено максимальное расстояние на котором ПИ регистрировал излучение светодиодов ИИ, производились замеры мощности излучения с помощью измерителя средней мощности фирмы Ophir PD-300, далее сокращалось расстояние между ИИ и линзой, снова производились замеры мощности, и т.д. Измерения проводились при опорном напряжении 360 мВ. Функциональная схема эксперимента представлена на рисунке 3.1.

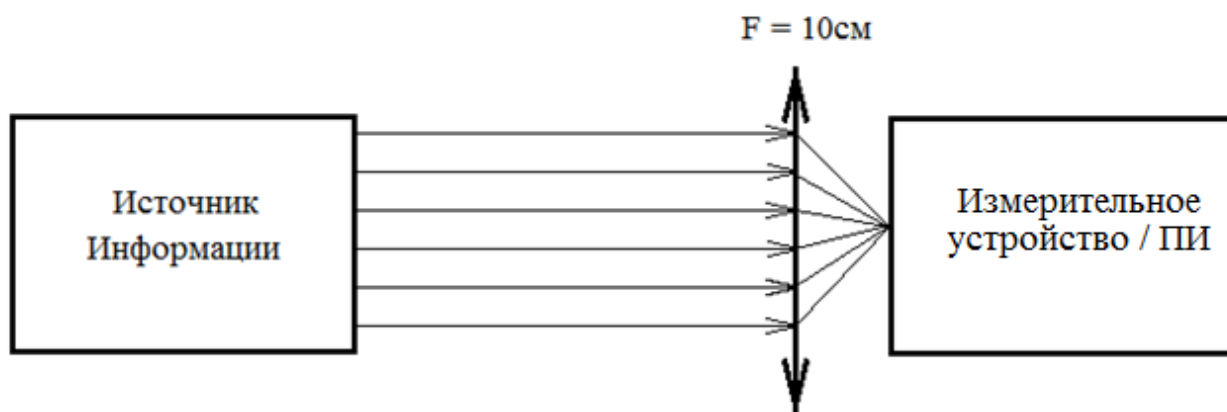


Рис. 3.1 Функциональная схема первого эксперимента.

Результаты первого эксперимента приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Зависимость напряжения на нижнем плече делителя с фотодиодом и мощности в фокусе линзы от расстояния ИИ до линзы.

Расстояние от ИИ до линзы (l), см	Мощность излучения (P), мВт	Напряжение на нижнем плече делителя (U_d), В
122	0,12	0,46
120	0,11	0,48
115	0,124	0,5
110	0,132	0,54
105	0,142	0,58
100	0,161	0,62
95	0,169	0,66
90	0,185	0,68
85	0,211	0,72
80	0,238	0,8

75	0,272	0,88
70	0,312	1
65	0,344	1,08
60	0,407	1,24
55	0,467	1,44
50	0,580	1,68
45	0,735	2,08
40	0,876	2,48
35	1,152	3,28
30	1,370	3,76
25	1,560	4,88

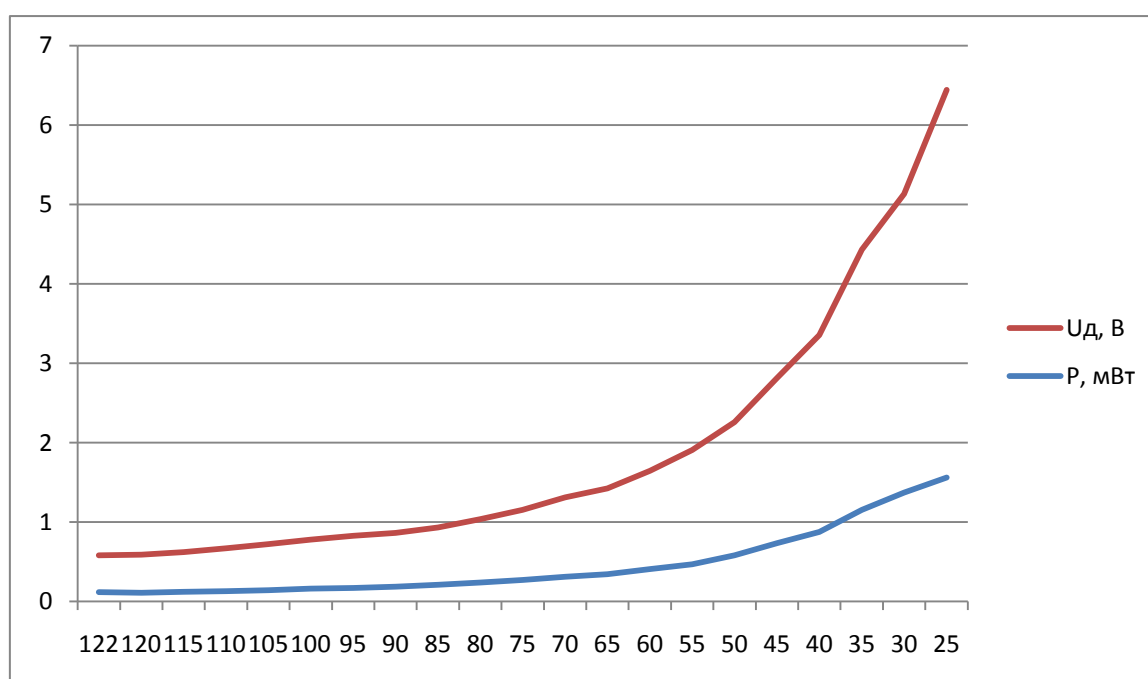


Рис 3.2 - Зависимость напряжения на нижнем плече делителя с фотодиодом и мощности в фокусе линзы от расстояния ИИ до линзы.

3.2 Эксперимент №2

При проведении эксперимента была убрана линза из канала передачи информации. Передача информации происходила непосредственно через атмосферу. Светодиоды источника мигали 8 раз. Целью эксперимента было определение расстояния, на котором ПИ будет принимать информацию без потерь и регистрации лишних битов при разном опорном напряжении. Замеры проводились 5 раз на одном и том же расстоянии, рассчитывалось среднее значение и вносилось в таблицы. Результаты эксперимента представлены в таблицах 3.2, 3.3, 3.4 и 3.5.

Таблица 3.2 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 1.56$ В.

l , см	N_{cp}
3	8
5	8
10	8
11	8
12	8,2
13	11,2

Таблица 3.3 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 1.2$ В.

l , см	N_{cp}
5	8
10	8
11	8
12	8
13	8,6
14	8,2
15	11
16	15

Таблица 3.4 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 920$ мВ.

l , см	N_{cp}
5	8
10	8
13	8
14	8
15	8,6
16	10,4
17	10,8

Таблица 3.5 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 520$ мВ.

l , см	N_{cp}
5	8
10	8
15	8,6
16	9,4
17	10
18	9,2

Из таблиц видно что данный способ передачи информации не имеет практического применения из-за малых расстояний передачи информации. Регистрация лишних битов информации происходит по причине наличия пульсаций на выходе источника питания. Данные пульсации регистрируются как биты информации на границе чувствительности ($U_d \sim U_{оп}$). В дальнейшем планируется устранение этих пульсаций.

3.3 Эксперимент №3

При проведении эксперимента в канал передачи информации была помещена линза с фокусным расстоянием $F = 10$ см. Остальные условия и цели такие как и в эксперименте №2. Функциональная схема эксперимента приведена на рисунке 3.3.

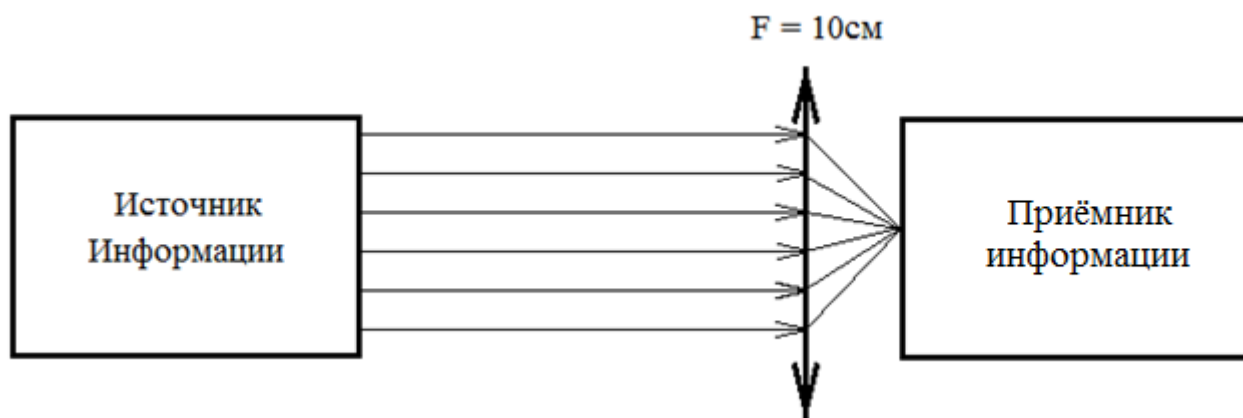


Рис. 3.3 – Функциональная схема третьего эксперимента.

Результаты эксперимента приведены в таблицах 3.6, 3.7, 3.8, 3.9.

Таблица 3.6 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 1,56$ В.

l , см	N_{cp}
25	8
35	8
45	8
55	8
60	8
67	8
70	10,4
73	12,2
74	14

Таблица 3.7 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 1,2$ В.

l , см	N_{cp}
25	8
35	8
45	8
55	8
70	8
75	8,4
76	9,4
77	12
78	12,9

Таблица 3.8 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 920$ мВ.

l , см	N_{cp}
35	8
45	8
55	8
65	8
80	8,4
82	8
83	8,4
84	8,8
85	9
86	9

Таблица 3.9 – Зависимость среднего числа регистрируемых битов (N_{cp}) от расстояния ИИ до ПИ (l). При $U_{оп} = 560$ мВ.

l , см	N_{cp}
80	8
85	8
86	8,8
87	9,6
89	10
90	9,6
91	10,4

Из таблиц видно что расстояние на котором информация регистрируется без потерь и лишних битов достигает 85 см, при опорном напряжении 560 мВ. При таком опорном напряжении ПИ будет реагировать на нормальное освещение помещения. Поэтому такую установку можно применять в лабораториях для исследования атмосферно-оптических линий связи.

3.4 Эксперимент №4

При проведении эксперимента в канал передачи информации были помещены две линзы: первая с фокусным расстоянием $F_1 = 110$ см, вторая с $F_2 = 10$ см. Функциональная схема представлена на рисунке 3.4.

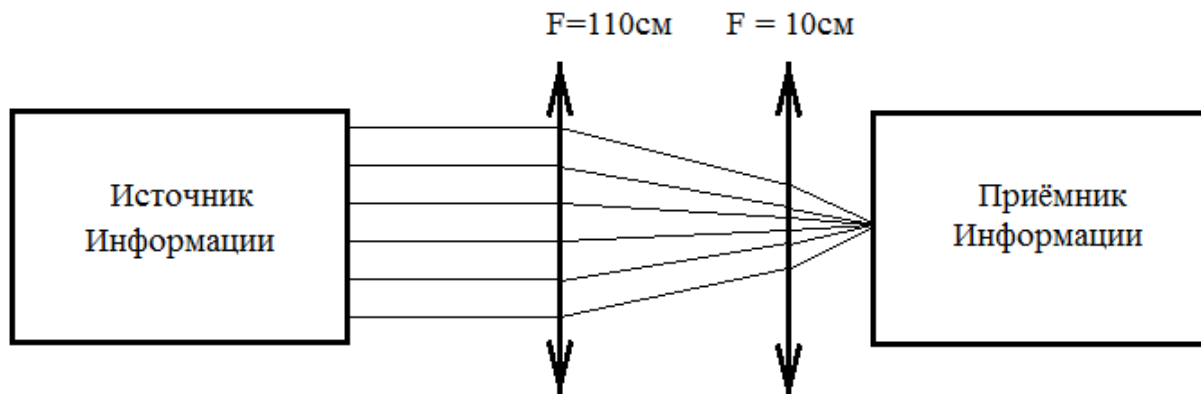


Рис. 3.4 – функциональная схема эксперимента.

При такой конфигурации лабораторной установки удалось добиться расстояния, на котором информация передаётся без потерь и регистрации лишних битов, равного 239 см. При $U_{\text{оп}} = 1.56$ В, что соответствует минимальной чувствительности схемы. Из написанного выше можно сделать вывод, что данную атмосферно-оптическую линию связи можно использовать для передачи информации на небольшие расстояния. Но сами устройства и оптический канал ещё нуждаются в доработке.

Глава 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками [1].

4.1 Предпроектный анализ

4.1.1 Потенциальные потребители

Потенциальными потребителями данной научно-исследовательской работы являются научно-исследовательские институты, лаборатории города Томска, специализирующиеся в области лазерной и световой техники.

4.1.2 Технология QuaD

Технология QuaD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект. В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

- 1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*
- 2) *Показатели оценки качества разработки:*

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (таблица 4.).

В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Скорость настройки	0,1	50	100	0,5	0,05
2. Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08
3. Массогабариты	0,11	100	100	1	0,11
4. Потребность в ресурсах	0,1	100	100	1	0,1
5. Простота эксплуатации	0,11	100	100	1	0,11
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6. Конкурентоспособность продукта	0,12	50	100	0,5	0,06
7. Перспективность рынка	0,08	75	100	0,75	0,06
8. Цена	0,11	100	100	1	0,11
9. Послепродажное обслуживание	0,06	50	100	0,5	0,03
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,11	50	100	0,5	0,055
Итого	1	755	1000	7,55	0,765

Значение Пср позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. Если значение показателя Пср получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 69 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже

– то перспективность крайне низкая. По результатам можно сделать вывод, что перспективность проекта выше среднего.

4.1.3 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Качественное обоснование востребованности разработки возможно только путем сравнения ее характеристик с характеристиками аналогичных изделий. Достоверность результатов проводимого сравнения зависит от правильности выбора аналога. В общем случае рекомендуется выбирать аналог, наиболее близкий по функциональному назначению, присутствующий на рынке сбыта с устойчивой рыночной ценой и известными технико-экономическими характеристиками [1].

Если проектируемое изделие по своему функциональному назначению заменяет несколько существующих изделий, то в качестве аналога используется их совокупность [2].

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам [3].

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. Рассмотрим оценочную карту для сравнения конкурентных разработок, приведенную в таблице 4.2.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i,$$

где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Таблица 4.2 - Оценочная карта для сравнения конкурентных разработок.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{кл}	К _ф	К _{кл}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Скорость настройки	0,05	5	3	0,25	0,15
2. Надежность	0,10	4	4	0,4	0,4
3. Массогабариты	0,10	4	4	0,4	0,4
4. Потребность в ресурсах	0,10	4	3	0,4	0,3
5. Простота эксплуатации	0,10	5	3	0,5	0,4
Экономические критерии оценки эффективности					
7. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	5	0,2	0,25
8. Перспективность рынка	0,05	1	3	0,05	0,15
9. Цена	0,10	5	3	0,5	0,3
10. Послепродажное обслуживание	0,15	5	4	0,75	0,6
11. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	5	4	0,25	0,2
7. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	3	3	0,3	0,3
Итого	1	49	43	4,2	3,6

Из таблицы 4.2 **Ошибка! Источник ссылки не найден.** видно, что преимуществами предлагаемой разработки являются низкая стоимость, высокая скорость настройки, а также простота эксплуатации по сравнению с аналогами. Для того, чтобы избежать проблем в данной области, необходимо следить за появлением новой продукции на рынке.

4.1.4 SWOT-анализ

SWOT — представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Он проводится в несколько этапов. Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта.

Сильные стороны проекта: простота эксплуатации, большой срок эксплуатации, высокая скорость настройки.

Слабые стороны проекта: потребность в покупке специализированных устройств, увеличение стоимости проекта.

Возможности проекта: появление дополнительного спроса, увеличение конкурентоспособности.

Угрозы: Отсутствие спроса, введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции.

Второй этап SWOT-анализа это выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого построим интерактивную матрицу проекта. Интерактивные матрицы строятся для всех сочетаний: Сильные стороны – Возможности; Сильные стороны – Угрозы; Слабые стороны – Возможности; Слабые стороны – Угрозы. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Результаты второго этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 - Интерактивная матрица проекта

		Сильные стороны			Слабые стороны	
		C1	C2	C3	Сл1	Сл2
Возможности проекта	B1	+	+	+	+	+
	B2	+	0	+	-	-
Угрозы	У1	-	-	-	-	+
	У2	+	-	+	-	+

Третий этап - составление итоговой матрицы SWOT-анализа научно-исследовательского проекта. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 - SWOT-анализ

	Сильные стороны	Слабые стороны
	С1. Простота эксплуатации (не требуются дополнительные манипуляции с источником приёмником). С2. Большой срок эксплуатации. С3. Высокая скорость настройки (не требуется длительная калибровка).	Сл1. Потребность в покупке специализированных устройств (например дополнительные линзы). Сл2. Увеличение стоимости проекта (из-за изменения цены на компоненты схемы).
Возможности	Простота эксплуатации и высокая скорость настройки дает возможность для увеличения конкурентоспособности. Большой срок эксплуатации может вызвать появление дополнительного спроса.	С увеличением конкурентоспособности такие слабые стороны как увеличение стоимости проекта будут нейтрализованы
В1. Появление дополнительного спроса В2. Увеличение конкурентоспособности		
Угрозы	Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции может отрицательно сказаться на параметрах, эксплуатации и скорости настройки прибора.	Отсутствие спроса может быть вызвано увеличением стоимости проекта. А так же введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции может сказаться на стоимости проекта.
У1. Отсутствие спроса У2. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции		

Был проведен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта с выявлением слабых и сильных сторон их возможностей и угроз. В результате данного анализа выявили, что данный проект способен выйти на рынок, имеет большую конкурентоспособность, единственной слабой стороной является увеличение стоимости проекта, но технические характеристики лучше, чем у других лабораторных атмосферно-оптических линий связи, что играет важную роль.

4.1.5 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого необходимо заполнить специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанно сти научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	3	3
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	2	2
4.	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	1	1
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	1
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	1	1
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	1
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	1	1
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	1
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1

12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	2	2
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
ИТОГО БАЛЛОВ		23	23

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i,$$

где $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Результаты оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации показывают готовность проекта ниже среднего. Это связано с малыми знаниями в вопросе коммерциализации, требует привлечение эксперта для выдвижения продукта на рынок.

4.2 Инициация проекта

Инициация проекта необходима для определения цели, содержания и для фиксирования финансовых ресурсов научного проекта, а также для определения внутренних и внешних заинтересованных сторон проекта, которые будут взаимодействовать, и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта. Устав научного проекта состоит из трех структур это цель и результат проекта, организационная структура проекта, ограничения и допущения проекта.

4.2.1 Цель и результат проекта

Потенциальными потребителями данной научно-исследовательской работы являются лаборатории научно-исследовательских институтов, лаборатории города Томска, специализирующиеся в области лазерной и световой техники. Информация по заинтересованным сторонам проекта представлена в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
Научно-исследовательские лаборатории, институты	Высокая стабильность передачи информации по оптическому каналу

В таблице 4.7 **Ошибка! Источник ссылки не найден.** представлена информация о иерархии целей проекта и критерии их достижения.

Таблица 4.7 - Цели и результат проекта

Цель проекта:	Спроектировать устройство для передачи информации по атмосферно-оптическому каналу.
Ожидаемые результаты проекта:	Реализация 2-х устройств (передатчик и приёмник информации) с максимальным расстоянием передачи информации по оптическому каналу с минимальными потерями.
Критерии приемки результата проекта:	Максимальное расстояние передачи информации и отсутствие потерь информации.
Требования к результату проекта:	Требование:
	Максимальное расстояние передачи информации.
	Отсутствие потерь информации на необходимом расстоянии.
	Простота эксплуатации.

4.2.2 Организационная структура проекта

Определим рабочую группу данного проекта, определим роль каждого участника в данном проекте, функции, выполняемые каждым из участников и их трудозатраты в проекте. Данная информация представлена в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудо- затраты, час.
1	Губарев Фёдор Александрович, к.ф.-м.н., доцент, зав. кафедрой ПМЭ ИНК НИ ТПУ.	Руководитель проекта	Координирует деятельность бакалавра, отвечает за реализацию проекта	900
2	Халеев Александр Анатольевич, бакалавр, кафедра ПМЭ ИНК НИ ТПУ группа 1A21	Исполнитель по проекту	Выполнение работ по проекту: разработка схемы, написание программ, тестирование полученной реализации, анализ результатов.	2000
ИТОГО:				2900

4.2.3 Ограничения и допущения проекта

Под ограничениями проекта подразумевают факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а так же «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованы в рамках данного проекта. Ограничения по данному проекту представлены в таблице 4.9.

Таблица 4.9 - Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
Сроки проекта:	
Дата утверждения плана управления проектом	Ноябрь 2015 год
Дата завершения проекта	Июнь 2016 год

В данном пункте была определена цель проекта, его участники и срок выполнения проекта, а также ожидаемые результаты.

4.3 Планирование управления научно-техническим проектом

4.3.1 Иерархическая структура работ проекта



Рис. 4.1 – Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рис. 4.1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

4.3.2 Контрольные события проекта

В рамках данного раздела необходимо определить ключевые события проекта, определить их даты и результаты, которые должны быть получены по состоянию на эти даты. Данные сведены в таблицу 4.10.

Таблица 4.10 - контрольные события проекта

№ п/п	Контрольное событие	Дата	Результат (подтверждающий документ)
1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	20.10.15- 24.10.15	Приказ
2	Анализ литературы.	01.2016- 05.2016	Отчет по УИРС.
3	Пайка схем, программирование микроконтроллеров, исследование полученной оптической линии связи.	01.04.16- 31.05.16	Отчет по УИРС.
4	Оценка и анализ полученных результатов, оформление проекта.	16.04.16- 16.06.16	Предзащита.

Ключевыми событиями проекта являются постановка цели и задач, аналитический обзор литературы по теме проекта, Пайка схем, программирование микроконтроллеров, исследование полученной оптической линии связи, оценка и анализ полученных результатов, оформление проекта.

4.3.3 План проекта

В рамках планирования научного проекта построен линейный график проекта (таблица 4.11).

Расчет продолжительности и последовательности работ дает возможность своевременно и эффективно выполнять запланированный объем работ.

Таблица 4.11 - Перечень и продолжительность выполнения работ

№	Наименование работ	Участники	Продолжи- тельность, раб.дни	Календар- ные дни
1	Постановка задачи.	Руководитель	4	6
2	Изучение литературы.	Исполнитель	20	30
3	Составление технического задания.	Руководитель Исполнитель	3	5
4	Создание структурной и принципиальной схемы.	Исполнитель	5	8
5	Пайка схем.	Исполнитель	10	15
6	Программирование микроконтроллеров.	Исполнитель	20	29
7	Создание оптического канала связи.	Руководитель Исполнитель	5	8
8	Проведение тестов.	Исполнитель	10	15
9	Отладка.	Руководитель Исполнитель	15	22
10	Исследования, выводы, оформление отчета.	Руководитель Исполнитель	5	8

Далее требуется построить диаграмму Ганта. Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Диаграмма представлена в таблице 4.12.

Таблица 4.12 - Календарный план-график проведения НИОКР по теме

Код работы (из ИСР)	Вид работы	Исполнители	Т _к кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																							
				октябрь			ноябрь			декабрь			февраль			март			апрель			май			июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1.1	Выбор темы научно-исследовательской работы. Постановка цели и задач.	Р, Б	5																								
1.2	Выбор объектов и методов исследования, анализ литературы.	Р, Б	5																								
1.3	Составление технического задания.	Р, Б	30																								
2.1	Создание структурной и принципиальной схемы.	Б	15																								
2.2	Пайка схем.	Б	10																								
2.3	Программирование микроконтроллеров.	Б	60																								
2.4	Создание оптического канала связи. Проведение тестов.	Р, Б	20																								
3.1	Анализ полученных данных.	Б	18																								
3.2	Оформление проекта.	Б	6																								
3.3	Определение направлений в развитии проекта на следующем этапе.	Р, Б	6																								
	Общее количество раб. дней		175																								

 Руководитель проекта (Р)
  Исполнитель (бакалавр) (Б)

4.4 Бюджет научного исследования

Планирование бюджета научного исследования должно обеспечить полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям, представленным в таблице 4.17. Расходы включают в себя затраты на материалы, заработную плату, отчисления на социальные нужды, накладные расходы.

4.4.1 Расчет затрат на материалы

Стоимость материалов формируется исходя из цены их приобретения. На статью «Материалы» относятся следующие затраты:

1. Сырьё, основные и вспомогательные материалы;
2. Покупные комплектующие изделия;

В таблице 4.13 представлен список материалов, сырья необходимых для проектирования научно-исследовательской работы.

Таблица 4.13 - Затраты на сырьё, материалы

Наименование	Кол-во	Сумма, руб.
Микроконтроллеры Atmega8	2	400
Резисторы разных номиналов	150	75
Конденсаторы разных номиналов	4	50
Зарядные устройства для телефонов в качестве источника питания	2	900
Провода соединительные	1	160
Припой	1	80
Транзисторы	2	15
Фотодиоды	1	20
Макетные платы	2	600
Кнопки	2	10
7-и сегментные индикаторы	2	30
Всего за материалы		2340
Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)		94
Итого по статье C_m		2434

4.4.2 Расчет заработной платы (основная заработная плата)

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Заработная плата занятых выполнением проекта состоит из основной заработной платы и дополнительной заработной платы:

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

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

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата ($З_{осн}$) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * Т_{раб} ,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} * М}{F_{д}} ,$$

где $З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн..

Таблица 4.141 - Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Исполнитель
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	-110	-110
- праздничные дни	-8	-8
Потери рабочего времени		
- отпуск	-24	-24
Действительный годовой фонд рабочего времени	223	223

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{б}} * k_p ,$$

где $З_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Базовая заработная плата берётся согласно системе оплаты труда в ТПУ. С учетом того, что научный руководитель был занят при разработке 42 дня, а бакалавр 98, была найдена основная заработная плата. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 4.15.

Таблица 4.152 - Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{б}}$, руб.	k_p	$З_{\text{м}}$, руб	$З_{\text{дня}}$, руб.	$T_{\text{р. раб.}}$ дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	24750	1,3	32175	1731	42	72702
Исполнитель	7313	1,3	9507	512	110	56320

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала.

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

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * З_{\text{осн}},$$

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

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

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

В данном случае коэффициент дополнительной зарплаты берем равным 15%.

В таблице 4.16 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 4.16 - Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Исполнитель
Основная зарплата	72702	56320
Дополнительная зарплата	10905	8448
Зарплата	83607	64768
Итого по статье С _{зп}	148375	

4.4.3 Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды которая составляет 30%.

Отчисления во внебюджетный фонд – 44512 руб.

4.4.4 Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении работы, в данном случае величина накладных расходов составляет 80%.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}),$$

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

Накладные расходы – 118700 руб.

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НТИ «Атмосферно-оптическая линия связи» по форме, приведенной в таблице 4.17.

Таблица 4.173 - Группировка затрат по статьям

Вид работ	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Научно исследовательская работа	2434	129022	19353	44512	118700	314021

4.5 Матрица ответственности

Для распределения ответственности между участниками проекта формируется матрица ответственности (таблица 4.18).

Таблица 4.184 - Матрица ответственности

Этапы проекта	Губарев Ф. А., доцент	Халеев А. А., бакалавр
Подготовительный этап.	У,О	И,С
Основной этап.	О	И,С,У
Заключительный этап.	У,О	О,И,С,У

Степень участия в проекте характеризуется следующим образом:

Ответственный (О)– лицо, отвечающее за реализацию этапа проекта и контролирующее его ход.

Исполнитель (И) – лицо, выполняющее работы в рамках этапа проекта.

Утверждающее лицо (У) – лицо, осуществляющее утверждение результатов этапа проекта (если этап предусматривает утверждение).

Согласующее лицо (С) – лицо, осуществляющее анализ результатов проекта и участвующее в принятии решения о соответствии результатов этапа требованиям.

4.6 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты. Информация по данному разделу сведена в таблицу 4.19.

Таблица 4.19 - Реестр рисков

№	Риск	Потенциальное воздействие	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска*	Способы смягчения риска	Условия наступления
1.	Недостаточное время написания программы	Получение неверного результата	среднее	среднее	средний	Рациональное распределение времени	Нерациональное распределение времени
2.	Сбой работы контроллеров	Сбой работы	низкое	низкое	низкий	Улучшение помехозащиты	Плохой контакт с землей, слабое экранирование
3.	Ошибки, вызванные помехами (излишнее освещение в лаборатории)	Получение неверных результатов	среднее	среднее	низкий	Отключение искусственного освещения	Излишнее освещение в лаборатории
4	Неработоспособность выбранных схем и программ	Изменение схем и программ	среднее	среднее	среднее	Поиск более универсальный конфигурации	Неправильные расчёты

* Уровень риска оценивается как: высокий, средний или низкий в зависимости от вероятности наступления и степени влияния риска. Риски с наибольшей вероятностью наступления и высокой степенью влияния будут иметь высокий уровень, риски же с наименьшей вероятностью наступления и низкой степенью влияния соответственно низкий уровень.

4.7 Определение эффективности научного проекта

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

Расчет интегрального технико-экономического показателя производится на основе выбранных критериев для сравнения аналога и разработки и введения системы весовых коэффициентов, устанавливающей относительную значимость каждого параметра. В качестве сравнительного прибора был взят «Оптический датчик» из лаборатории кафедры Промышленной и медицинской электроники Томского политехнического университета. Позиция разработки и аналога оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4.20 - Расчет интегрального технического показателя методом экспертных оценок

№	Параметры и характеристики	Весовой коэффициент a_i	Аналог		Разработка	
			Показатель b_i^a	Значение $a_i \cdot b_i^a$	Показатель b_i^p	Значение $a_i \cdot b_i^p$
1	Расстояние регистрации сигнала	0,3	3	0,9	5	1,5
2	Длительный срок эксплуатации	0,2	4	0,8	5	1,0
4	Надежность	0,2	4	0,8	4	0,8
5	Удобство эксплуатации	0,1	5	0,5	4	0,4
6	Безопасность	0,1	5	0,5	5	0,5
7	Простота эксплуатации	0,1	5	0,5	4	0,4
	Итого:	1		$I_m^a = 4$		$I_m^p = 4,6$

$$I_m^a = 4; I_m^p = 4,6$$

Интегральный стоимостной показатель разработки отражает численное удорожание или удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный стоимостной показатель разработки определяется по формуле:

$$P_c^p = \frac{C^{\text{разраб}}}{C^{\text{аналога}}},$$

$$C^{\text{разраб}} = 202528,66; C^{\text{аналога}} = 180000.$$

В качестве аналога были взяты источник света и приёмник из лаборатории.

$$P_c^p = \frac{203752}{200000} = 1,02$$

$$P_c^a = 1$$

Интегральный технико-экономический показатель разработки и аналога определяется на основании интегрального технического и стоимостного показателей по формуле:

$$I_{\text{тэ}} = \frac{I_{\text{т}}}{I_{\text{с}}},$$

где $I_{\text{тэ}}$ — интегральный технико-экономический показатель;

$I_{\text{т}}$ — интегральный технический показатель;

$I_{\text{с}}$ — интегральный стоимостной показатель.

$$I_{\text{тэ}}^p = \frac{4,6}{1,02} = 4,5$$

$$I_{\text{тэ}}^a = \frac{4}{1} = 4$$

Сравнение интегрального технико-экономического показателя разработки и аналога позволит определить технико-экономическую эффективность разработки.

Сравнительная технико-экономическая эффективность разработки может быть рассчитана по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{мэ}}^p}{I_{\text{мэ}}^a},$$

где $\mathcal{E}_{cp}$ — сравнительная технико-экономическая эффективность разработки;

$I_{мэ}^p$ — технико-экономический показатель разработки;

$I_{мэ}^a$ — технико-экономический показатель аналога.

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{4,5}{4} = 1,125$$

Таблица 4.205 - Сравнительная технико-экономическая эффективность разработки

№	Показатели	Аналог	Разработка
1	Интегральный технический показатель качества (I_m)	4	4,6
2	Интегральный стоимостной показатель (P_c)	1,0	1,02
3	Интегральный технико-экономический показатель ($I_{мэ}$)	4	4,5
4	Сравнительная технико-экономическая эффективность ($\mathcal{E}_{cp}$)	1,125	

Сравнительная технико-экономическая эффективность данного проекта больше 1,1, это говорит о том, что внедрение данного проекта на рынок будет целесообразным, с экономической точки зрения. Так же проектируемые приборы лучше чем аналог, с технической стороны. Данный проект таким образом, выигрывает по всем пунктам поэтому, внедрение данных разрабатываемых устройств с точки зрения как технических так и экономических характеристик является целесообразным.

Вывод: Затраты на создание атмосферно-оптической линии связи составили 314021 рублей. Конкурентоспособность данного проекта на довольно неплохом уровне, кроме того, данный проект эффективен с точки зрения экономической и технических характеристик.

Глава 5. Социальная ответственность

Создание и исследование устройств передачи и приёма информации происходило в лаборатории, кафедры промышленной и медицинской электроники, оборудованной приборами необходимыми для осуществления данного проекта. Работы связанные с созданием и исследованием данных устройств включают в себя процессы программирования микроконтроллеров, пайки электронных схем, и исследованием оптической линии связи между двумя устройствами.

При работе используются персональный компьютер, паяльник и различные электронные компоненты, поэтому могут иметь место такие негативные последствия как резь в глазах, головная боль, боли в мышцах шеи, и спины. Также действуют вредные и опасные производственные факторы (ГОСТ 12.0.003-74) такие как повышенный уровень статического электричества, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенная температура поверхностей оборудования и другие [1]. Как и в любом другом помещении, в лаборатории должны быть обеспечены электробезопасность и пожарная безопасность.

В нашем случае особое внимание стоит уделить вредным факторам, связанным с освещением и электромагнитными полями, а также опасным факторам, связанными с проявлениями электрической и термической природы.

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

Отклонение показателей микроклимата

Температура, влажность, скорость воздушного потока, инфракрасные излучения в помещении могут существенно влиять и на организм человека. Для обеспечения жизнедеятельности центральная нервная система человека имеет механизмы, которые до определенного предела снижают влияние вредных и опасных факторов окружающей среды. Неблагоприятные условия могут вызывать перенапряжение механизма терморегуляции, что ведет к перегреву или переохлаждению организма. При комфортных условиях количество вырабатываемого тепла в единицу времени равняется количеству тепла, отдаваемого в окружающую среду, т.е. наступает равновесие - тепловой баланс организма.

В рабочей лаборатории показатели микроклимата полностью соответствуют допустимым показателям, которые представлены в таблице 5.2, установлены нормами микроклимата (ГОСТ 12.1.005-88) [7]. Выполнение данных норм обеспечивает нормальные условия для работы в лаборатории. Эти нормы рекомендуют допустимые, оптимальные величины влажности, температуры, скорости движения воздуха для рабочей зоны лабораторных помещений. Категория работ – лёгкая(1б) Работы, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой, но не требующие систематического физического напряжения или поднятия и переноски тяжестей

Таблица 5.6 - Оптимальные показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	21-23	40-60	0,1
Тёплый	22-24	40-60	0,1

Таблица 5.7 - Допустимые показатели микроклимата

Период года	Температура, град. С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
	Диапазон ниже о.в.	Диапазон выше о.в.		Диапазон ниже о.в.	Диапазон выше о.в.
Холодный	19 – 20,9	23,1 – 24	15 – 75	0,1	0,2
Теплый	20 – 21,9	24,1 – 28	15 – 75	0,1	0,3

В случае отклонения установленных норм микроклиматических параметров, в лаборатории применяют такие меры, как вентиляция, кондиционирование, а также системы центрального отопления, которые чаще всего используются в зимний период времени.

Недостаточная освещённость рабочей зоны

Одним из вредных факторов является недостаточная освещенность рабочей зоны. Плохое освещение утомляет зрение, плохо освещенные опасные зоны или слепящие лампы могут быть причиной травматизма. Искусственное освещение рабочей зоны используется для работы в темное время суток и при недостаточном естественном освещении днем. Источником света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания. СП 52.13330.2011 регламентирует наименьшую допустимую освещенность рабочих мест для искусственного освещения. Для естественного и совмещенного регламентируется коэффициент, который представляет собой отношение освещенности в данной точке внутри помещения к одновременно измеренной наружной горизонтальной освещенности под открытым небом [2]. Часто в помещениях используется естественное боковое и искусственное рабочее освещение, а также комбинированное освещение (местное освещение рабочих мест и общее освещение помещения). Эти виды освещения нормируются СП 52.13330.2011.

При реализации данного проекта проводились 3 типа работ:

- 1) Работа с компьютером (написание программы);
- 2) Работа с паяльником (пайка схемы);
- 3) Исследование сделанных устройств.

При работе с компьютером проводились работы средней точности с наименьшим размером объекта различения более 0,5мм. Разряд зрительной работы 4, подразряд в. Освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения составляет 200 лк. В качестве источника света используются газоразрядные лампы низкого давления белой цветности. Коэффициент пульсации ламп не превышает 20%, а коэффициент естественной освещенности составляет 2,4%. Данные показатели соответствуют оптимальным значениям параметров освещенности рабочего помещения.

При работе с паяльником проводились работы высокой точности с наименьшим размером объекта различения 0,3-0,5мм. Разряд зрительной работы 3, подразряд г. Освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения составляет 200 лк. В качестве источника света используются газоразрядные лампы низкого давления белой цветности. Коэффициент пульсации ламп не превышает 20%, а коэффициент естественной освещенности составляет 2,4%. Данные показатели соответствуют оптимальным значениям параметров освещенности рабочего помещения.

При исследовании сделанных устройств проводились работы средней точности (запись результатов в тетрадь), с наименьшим размером объекта различения более 0,5мм. Разряд зрительной работы 4, подразряд в. Освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения должна составлять 200 лк. Но для более точного регистрирования оптического сигнала эксперименты проводились в тёмной части лаборатории. Со слабым освещением равным 100 лк. Для снижения негативного влияния слабой освещенности во время работы делались перерывы.

Превышение уровней электромагнитного излучения

При работе с электроприборами необходимо рассмотреть такой вредный фактор, как электромагнитное излучение. Электромагнитное поле, создаваемое компьютером, деионизирует окружающую среду. Слабо ионизированный и нагретый от корпуса компьютера воздух является вредным для организма человека и может привести к болезням органов дыхания. Сильнейшим источником электромагнитного излучения является монитор персонального компьютера, особенно его боковые и задние стенки. Электромагнитные излучения, воздействуя на организм человека в дозах, превышающих допустимые, могут явиться причиной многих серьезных заболеваний таких, как нарушение ритма и замедление частоты сердечных вращений. Наиболее чувствительными к данному воздействию является нервная и сердечно-сосудистая система. ГОСТ 12.1.006-84 регламентирует уровни допустимого облучения [3]. В таблице 5.3 приведены данные уровни. В ней $E_{пд}$ и $H_{пд}$ – предельно допустимые напряженности электрического и магнитного полей соответственно, а $\mathcal{E}H_{E_{пд}}$ и $\mathcal{E}H_{H_{пд}}$ – предельно допустимые значения энергетической нагрузки в течение рабочего дня для электрического и магнитного полей.

Таблица 5.3 – Допустимые уровни облучения электромагнитными полями

Параметр	Предельные значения в диапазонах частот, МГц		
	от 0,06 до 3	св. 3 до 30	св. 30 до 300
$E_{пд}, В / м$	500	300	80
$H_{пд}, А / м$	50	-	-
$\mathcal{E}H_{E_{пд}}, (В / м)^2 \cdot ч$	20000	7000	800
$\mathcal{E}H_{H_{пд}}, (А / м)^2 \cdot ч$	200	-	-

К защитным мерам от электромагнитных излучений можно отнести использование мониторов с маленьким уровнем излучения электромагнитных полей (ЖК-дисплеи). Также необходимо рациональное (с точки зрения

электромагнитной обстановки) расположение рабочих мест, использование техники, которая соответствует стандартам безопасности и санитарным нормам.

5.1.2 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Опасные факторы электрической природы

В лаборатории имеются различные электрические приборы и установки, которые имеют опасность поражения электрическим током работающих в данной лаборатории людей. Для предотвращения электрического поражения необходимо исключить следующие ситуации:

- случайные прикосновения к частям, ведущим ток, и которые находятся под напряжением;
- появление напряжения на механических частях электрооборудования в результате повреждения изоляции или других причин;
- появление напряжения на отключённых токоведущих частях, в результате его ошибочного включения;
- возникновение напряжения на поверхности земли или на опорной поверхности.

Эксплуатация приборов должна соответствовать “Правилам технической эксплуатации электроустановок”.

Лаборатория - это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха нормальная, пол помещения покрыт изоляционным материалом. Поэтому ее можно отнести к помещениям без повышенной опасности поражения электрическим током людей. Таким образом, в целях безопасности при работе в лаборатории запрещается:

- открывать крышку мониторов и системных блоков компьютеров;
- трогать находящиеся под крышкой монитора детали;
- использовать для подключения нестандартные разъемы;
- проводить ремонт прибора при включённом состоянии;

- оставлять прибор во включённом состоянии на длительное время.

При этом необходимо:

- при завершении работы все питание в лаборатории следует отключить.

По требованию электробезопасности (ГОСТ 12.1.038 – 82) [9], электрооборудование и приборы должны находиться на специально отведенных местах и должны быть заземлены. Сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом. Все необходимые правила по электробезопасности в лаборатории учтены.

Опасные факторы пожарной природы

При работе с электрическими приборами неисправность оборудования или электропроводки могут послужить причиной пожара. Чтобы максимально исключить вероятность возникновения пожара в рабочем помещении нужно систематически проверять целостность изоляционных покрытий электрических проводов.

Учебный корпус должен быть оборудован средствами пожаротушения. К таким средствам относятся противопожарный ручной, огнегасящие средства (например, в виде огнетушителей). Кроме того обязательно должны присутствовать эвакуационные пути. На рисунке 5.1 представлен план эвакуации из аудитории 229 корпуса №166 ТПУ. Для успешной эвакуации и пожаротушения также необходимо наличие системы пожарной сигнализации.

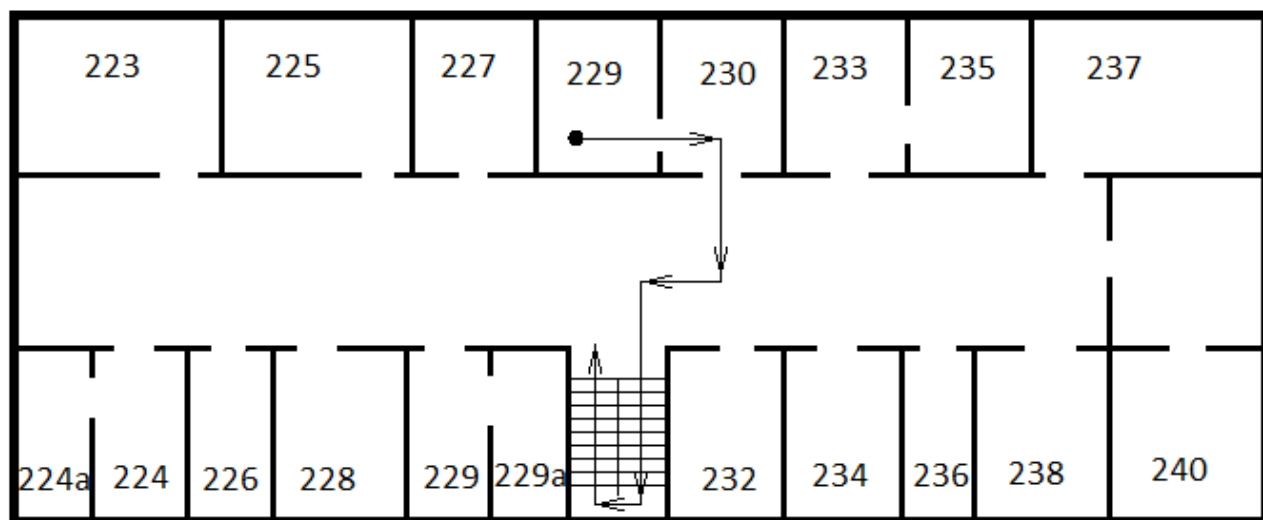


Рисунок 5.1 – План эвакуации

Анализ опасных факторов при работе с ПК должен включать в себя анализ пожарной безопасности. В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, коммутационные кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты, что может привести к повышению температуры отдельных узлов до 80-100⁰С [10]. При этом возможно плавление изоляции соединительных проводов, их оголение и, как следствие, короткое замыкание, которое сопровождается искрением, ведет к недопустимым перегрузкам элементов электронных схем. Последние, перегреваясь, сгорают с разбрызгиванием искр. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Пожарная опасность производственных зданий и помещений определяется особенностями выполняемого в них технологического процесса, свойствами применяемых веществ и материалов. По взрывопожарной и пожарной опасности помещения и здания подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Аудитория 229 корпуса №16б ТПУ относится к категория В пожарной опасности.

Требования по обеспечению пожарной безопасности регламентируются ГОСТ 12.1.004-91 [10]. Помещение постоянно должно содержаться в чистоте и систематически очищаться от отходов производства. В зависимости от категории установлены соответствующие нормативы по огнестойкости строительных конструкций, планировке зданий, этажности, оснащенности устройствами противопожарной защиты и другие. Особые требования предъявляются к устройству и размещению кабельных коммуникаций.

Опасные факторы термической природы

Пайка мелких изделий сплавами, содержащими свинец, производится при температуре 180 - 350 °С вручную с помощью электропаяльника, на автоматах различной конструкции, методом окунания (лужения) и волновой пайки.

Для операции пайки используются свинцовые сплавы различных марок. Наиболее распространенные марки - ПОС-40 (40% олова и 60% свинца) и ПОС-60 (60% олова и 40% свинца). В качестве флюса чаще всего применяются канифоль либо в различных комбинациях канифоль со стеарином [8]. Свинец оказывает вредное воздействие на здоровье человека. При попадании в организм через дыхательные пути или пищевод свинец накапливается в пищеварительном тракте, что оказывает вредное воздействие на кровеносную и центральную нервную системы человека. Кроме того, свинец влияет на репродуктивную функцию человека. Стандартное значение максимально допустимой концентрации свинца в крови составляет 130 мг/л.

Помимо химического воздействия на человека припоев и канифоли, также есть опасный фактор термической природы. Поэтому на рабочем месте должны соблюдаться следующие правила:

- Пайка должна производиться над негорючими материалами (керамическая плитка и т.д.);
- Рабочий должен производить процессы пайки в спецодежде;
- Паяльник должен содержать теплоизолирующую часть;
- Макетные платы должны крепиться на специальных держателях;
- При пайке мелких компонентов на рабочем месте должны быть предусмотрены специальные устройства такие как настольная лампа, увеличительное стекло и специальные пинцеты.
- Должна быть обеспечена вытяжка для снижения вредного влияния свинцовых припоев.

Также рабочий обязательно должен пройти обучение и инструктаж перед тем как приступит к работе.

5.2 Экологическая безопасность

В целях защиты окружающей среды ведутся следующие мероприятия: все отходы утилизируются, для этого предназначен специальный мусорный контейнер; люминесцентные лампы заменяет специализированный персонал НИ ТПУ, потому что в них имеется ядовитое вещество - ртуть. Неисправные лампы утилизируются. В лаборатории находятся так же печатные платы. В состав утилизированных отходов, поступающих на повторную переработку, входят только те платы, для которых характерно большое содержание драгоценных металлов из-за стоимости процессов переработки. И поэтому, т.к. в лаборатории нету плат с высоким содержанием драгоценных металлов, специальной утилизации для них не предусмотрено.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях:

Чрезвычайная ситуация — обстановка на определенной территории, которая сложилась в результате аварии, катастрофы, стихийного или иного бедствия, опасного природного явления, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Для нашего рабочего места основной ЧС является пожар.

Понятие пожарная безопасность означает состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случаях, когда он возникает, то предотвращает его влияние на людей опасных факторов пожара и обеспечивает защиту.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

В связи с этим в лаборатории необходимо выполнять следующие нормы пожарной безопасности:

- проводить инструктаж персонала работающего в лаборатории.
- для предохранения электрической сети от перегрузок запрещается включать дополнительные не предусмотренные потребители;
- работы в лаборатории проводить только при исправном состоянии оборудования, электропроводки;
- иметь средства для тушения пожара (огнетушитель);
- иметь в наличии план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;
- оборудование размещать так, чтобы был достаточный проход к выходу.

Мероприятия, устраняющие причины пожаров и взрывов, подразделяются на технические, организационные, эксплуатационные и режимные. Эксплуатационные предусматривают правильную эксплуатацию электрооборудования. К организационным относятся: обучение персонала правилам пожаробезопасности и издание инструкций и планов. Режимными являются мероприятия ограничения или запрещения применения открытого огня или курения в пожароопасных местах. К техническим мероприятиям относятся: соблюдение противопожарных норм при сооружении зданий, устройств отопления, вентиляции, при монтаже электрооборудования, и т.д.

В лаборатории запрещается:

- загромождать прилегающую к входу территорию посторонними предметами;
- пользоваться открытым огнем, курить;
- производить зарядку аккумуляторных батарей;

Средства пожаротушения:

Для прекращения горения применяются различные способы:

- охлаждение зоны реакции или самих горящих веществ;
- разбавление реагирующих веществ, снижение концентрации одного из реагентов;
- химическое торможение реакции горения;
- изоляция реагирующих веществ от зоны сгорания.

Выбор огнегасительного вещества зависит от плана пожара. В лаборатории находятся электроустановки под напряжением, поэтому возможен пожар плана Е. Поэтому необходимо применять аэрозольные, порошковые огнетушители, например, ОУ-2, ОП-1, ОПС-10. Необходимо, также, вызвать пожарную охрану.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии с трудовым законодательством организация обеспечения безопасности труда в подразделениях возложена на их руководителей. Они проводят инструктаж по охране труда на рабочих местах. Общую ответственность за организацию работ по охране труда несет руководитель предприятия, а в его отсутствие — главный инженер.

В соответствии со ст. 218 ТК РФ, комитет (комиссия) по охране труда организует совместные действия работодателя и работников по обеспечению требований охраны труда, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также организует проведение проверок условий и охраны труда на рабочих местах и информирование работников о результатах указанных проверок, сбор предложений к разделу коллективного договора (соглашения) об охране труда.

Рабочее место при выполнении работ в положении сидя за компьютером должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2], при работе с паяльником СП 952-72 [8].

Заключение

В ходе работы была реализована атмосферно-оптическая линия связи с использованием нескольких линз. Такая линия связи обеспечивает передачу информации без потерь на расстоянии до 2,5 метров при работе приёмника информации в таком режиме, при котором не регистрируется комнатное освещение. Для дальнейшего увеличения расстояния регистрации информации можно увеличить чувствительность, но при этом необходимо будет уменьшить освещённость рабочего помещения.

Результаты данной работы можно применять в лабораториях для исследования передачи информации по атмосферно-оптическому каналу.

В дальнейшем планируется доработка схемы приёмника информации, для исключения влияния пульсаций на результаты приёма информации. Также планируется реализовать связь между двумя ПК по атмосферно-оптическому каналу. И в заключение планируется подбор линз для увеличения расстояния передачи и уменьшения габаритов источника и приёмника информации.

Список используемых источников

менеджмент

1. Е.В. Маматова. Методические рекомендации по технико-экономическому обоснованию дипломных проектов (работ). Санкт-петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.а. Бонч-бруевича. – Санкт-петербург, 2009. – 87 стр.
2. Г.Я. Гольдштейн. Инновационный менеджмент. Учебное пособие. Изд. ТРТУ. – Таганрог, 1998. – стр. 132.
3. Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Изд. ТПУ. – Томск, 2014. – стр. 74

Соц отв

1. ГОСТ 12.0.003-74* переиздание (сентябрь 1999 г.) «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.» (утв. Госкомсанэпиднадзор, 2003).

3. ГОСТ 12.1.006-84 «Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля»
4. ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ.ШУМ. Общие требования безопасности»
5. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» (утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. N 21).
6. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) «ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты».
7. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (Дата введения 1989-01-01).
8. СП 952-72 «Санитарные правила организации процессов пайки мелких изделий сплавами, содержащими свинец» (утв. Главным санитарным врачом СССР 20.03.72)
9. ГОСТ 12.1.038 – 82 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов»
10. ГОСТ 12.1.004-91 (с изм. №1) «Пожарная безопасность. Общие требования».

Приложение А

(обязательное)

Приложение Б

(обязательное)

Программный код источника информации

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>

int z = 50;

// External Interrupt 0 service routine
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    //1
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //2
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //3
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //4
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //5
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //6
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //7
    PORTB.0=1;
```

```

    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
    //8
    PORTB.0=1;
    delay_ms(z);
    PORTB.0=0;
    delay_ms(z);
}

void main(void)
{
    PORTB=0b00000000;
    DDRB=0b00000001;

    // External Interrupt(s) initialization
    // INT0: On
    // INT0 Mode: Low level
    // INT1: Off
    GICR|=0x40;
    MCUCR=0x00;
    GIFR=0x40;

    #asm("sei")

    while (1)
    {
        // Place your code here

    }
}

```


Приложение В

(обязательное)

Приложение Г

(обязательное)

Программный код приёмника информации

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>

int i = 0;

// Analog Comparator interrupt service routine
interrupt [ANA_COMP] void ana_comp_isr(void)
{
    i++;
}

void main(void)
{
    PORTB=0b11111111;
    DDRB=0b11111111;

    PORTC=0x00;
    DDRC=0x7F;

    PORTD=0x00;
    DDRD=0x00;

    ACSR=0b00001011;
    SFIOR=0x00;

    // Global enable interrupts
    #asm("sei")

    while (1)
    {
        PORTC=(ACSR&(1<<ACO));
        switch(i)
        {
            case 0:{PORTB=0b11000000; break;}
            case 1:{PORTB=0b11111001; break;}
            case 2:{PORTB=0b10100100; break;}
            case 3:{PORTB=0b10110000; break;}
            case 4:{PORTB=0b10011001; break;}
            case 5:{PORTB=0b10010010; break;}
            case 6:{PORTB=0b10000010; break;}
        }
    }
}
```

```
    case 7:{PORTB=0b11111000; break;}
    case 8:{PORTB=0b10000000; break;}
    case 9:{PORTB=0b10010000; break;}
    case 10:{PORTB=0b01111111; break;}
    }
    if(PIND.5==0)
    {
        i=0;
    }
}
```