

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
Разработка системы управления длиной волны лазерного диода

УДК 621.382.2.621.3.029.4/79

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Нгуен Тхань Тунг		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ПМЭ	Евтушенко Г.С.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры МЕН	Николаенко В.С.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры ЭБЖ	Анищенко Ю.В.	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2017 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
Р2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
Р3	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
Р4	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
Р5	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
Р6	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

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

Студенту:

Группа	ФИО
1A31	Нгуен Тхань Тунг

Тема работы:

Разработка системы управления длиной волны лазерного диода
Утверждена приказом директора ИНК (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Создание системы управления длиной волны лазерного диода. Основой устройства будет являться микроконтроллер ATmega8.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной</i>	– обзор литературы; – обоснование принципиальной и структурной схем; – расчет принципиальной схемы; – написание алгоритма программы; – социальная ответственность;

работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	— финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; — заключение.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Схема электрическая принципиальная, перечень элементов.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	ассистент кафедры менеджмента Николаенко В. С.
Социальная ответственность	Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности Анищенко Ю.В.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: все разделы написаны на русском языке.	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор кафедры ПМЭ	Евтушенко Г.С.	К. Т. Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Нгуен Тхань Тунг		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 68 с., 22рис., 20 табл., 12 источников, 3 прил.

Ключевые слова: система управления, лазерный диод, микроконтроллер ATmega8, элемент Пельтье, длина волны.

Объектом исследования является система управления длиной волны лазерного диода.

Цель работы – разработка системы управления длиной волны лазерного диода.

В процессе исследования проводились изучение определения и классификации лазерного диода, выбора структурной и принципиальной схем.

В результате исследования выяснены конструкция, принцип работы, выбор элементов системы управления длиной волны лазерного диода, навыка к использованию программы Codevision.

Степень внедрения: низкая

Область применения: в лабораторной сфере.

В будущем планируется: макетирование.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2010 с использованием встроенного формульного редактора MathType 6.0, чертежи выполнены в средах Microsoft Visio 2010 и Microsoft Excel 2010, код программы написан в программе Codevision.

Оглавление

Введение.....	9
1.Лазерный диод.....	11
1.1 Принцип работы.....	11
1.2 Классификация лазерного диода.....	12
1.3 Зависимость длины волны лазеров от температуры	15
2. Элемент Пельтье	18
3. Структурная схема	20
4. Выбор и обоснование принципиальной схемы.....	21
4.1 Источник опорного напряжения	23
4.2 Драйвер для лазерного диода	24
4.4 Драйвер для элемента Пельтье	26
4.5 Термодатчик	26
4.6 Ключ	28
4.7 Подключение экран	28
5. Алгоритм программы.....	29
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	32
Введение.....	32
6.1 Предпроектный анализ	33
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	33
6.1.2 Анализ конкурентных решений позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	34
6.1.3 SWOT – анализ.....	35
6.2 Планирование научно-исследовательских работ	36
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	36
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	37
6.2.3 Разработка график проведения научного исследования	38
6.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ).....	40
6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	40

6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	41
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	42
6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	43
6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды.....	43
6.3.5 Оценка эффективности проекта	45
ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА_«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ».....	48
Введение.....	50
7. Производственная безопасность.....	51
7.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке источника питания	51
7.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке системы управления длиной волны лазерного диода.....	57
7.2.1 Механические опасности	57
7.3. Экологическая безопасность.....	59
7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	60
7.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	62
Заключение	64
Список литературы	65
Приложение А. Код программы микроконтроллера	67
Приложение Б. Схема электрическая принципиальная	75
Приложение В. Перечень элементов.....	77

Введение

В последнее время волоконно-оптические датчики (ВОД) различных физических величин (смещения, давления, вибраций, температуры и др.) составляют все более серьезную конкуренцию другим типам датчиков. Их успешному развитию в немалой степени способствует повсеместное внедрение оптоволоконных систем телекоммуникаций – от магистральных цифровых высокоскоростных систем дальней связи до локальных (внутриофисных) аналоговых систем передачи информации – и непосредственно связанное с ним расширение номенклатуры оптоэлектронных компонентов.

Ключевым элементом любой волоконно-оптической системы передачи информации или ВОД является оптический (чаще всего лазерный) источник излучения. Именно от стабильности его спектральных характеристик и возможности их изменения заданным образом в ряде случаев напрямую зависит эффективность функционирования всей системы.

Специализированные лазеры с перестраиваемой длиной волны излучения пока не доступны на массовом рынке и имеют высокую стоимость, препятствующую их применению в ВОД. Наряду с этим существуют серийно выпускаемые полупроводниковые лазеры для систем телекоммуникаций со встроенным микрохолодильником Пельтье, в которых за счет поддержания постоянной температуры обеспечивается стабилизация длины волны излучения. Известно также, что кроме изменения рабочей температуры, к изменению длины волны излучения полупроводникового лазера приводит и изменение его тока инжекции. Управляя этими параметрами, можно управлять и длиной волны, что может быть необходимо, например, для стабилизации рабочей точки ВОД интерференционного типа.

Целью работы является создание системы управления длиной волны лазерного диода. Основой устройства будет являться микроконтроллер ATmega8.

Задача работы заключается как в проектировании самого устройства, так и в изучении и обучении работы и программировании контроллеров семейства Атмега8.

1.Лазерный диод

Лазерные диоды стали очень популярны в последнее время. Невысокая стоимость, обусловленная простотой изготовления, и минимум управляющих электрических цепей сделали этот тип светоизлучателей очень распространенным. Это раньше лазерный прицел можно было увидеть только в криминальных боевиках, а сейчас небольшие фонарики с полупроводниковым лазером внутри используются даже в детских игрушках.

Лазерный диод — полупроводниковый лазер, построенный на базе диода. Его работа основана на возникновении инверсии населённости в области р-п перехода при инжекции носителей заряда.

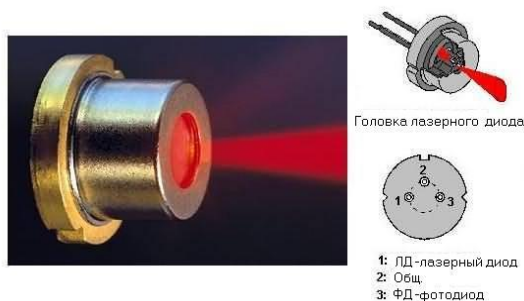


Рисунок 1- Лазерный диод

1.1 Принцип работы

Принцип действия лазерного диода основан на возникновении инверсии населенности (преобладания частиц с большими энергетическими уровнями) в области полупроводникового р-п перехода в процессе инжекции (увеличения концентрации) носителей электрического заряда: электронов или дырок.

Кристалл полупроводника в лазерном диоде выполнен в виде тонкой прямоугольной пластинки, являющейся, по сути, оптическим волноводом. Чтобы из пластины сделать полупроводниковый электронный компонент – его легируют с двух сторон таким образом, чтобы с одной стороны получилась п-область, а с другой – р-область. Получается примерно тот же переход, что и в обычном диоде только намного больший по площади [2].

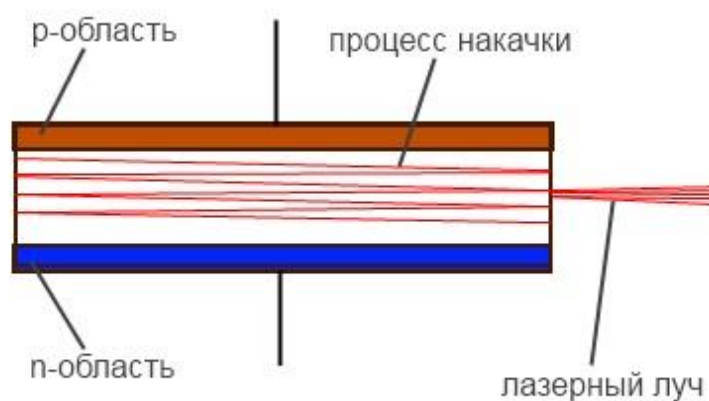


Рисунок 2- Принцип работы лазерного диода

Торцевые стороны пластины очень тщательно полируются, чтобы получился оптический резонатор. В результате даже один фотон света, попавший внутрь пластины и имеющий направление движение, перпендикулярное этим отполированным торцам, будет многократно отражаться и создавать все больше и больше новых фотонов. И как только количество вновь созданных фотонов, которые также движутся перпендикулярно отполированным сторонам пластины, превысит количество новых фотонов, которые поодиночке вылетают из нее (теряются) – начнется генерация лазерного луча.

Лазерный луч на выходе из пластины достаточно тонок, но он сразу же начинает расходиться (рассеиваться). Чтобы собрать его снова производители лазерных диодов используют специальные собирающие линзы.

1.2 Классификация лазерного диода

Устройство рассмотренных выше диодов имеет n-p структуру. Такие лазерные диоды имеют низкую эффективность, требуют значительную мощность на входе, и работают только в режиме импульсов. По-другому они работать не могут, так как быстро перегреются, поэтому не получили широкого применения на практике.

Лазеры с двойной гетероструктурой имеют слой вещества с узкой запрещенной зоной. Этот слой находится между слоями материала, у которого широкая запрещенная зона. Обычно для изготовления лазера с двойной

гетероструктурой применяют арсенид алюминия-галлия и арсенид галлия. Каждый из этих соединений с двумя разными полупроводниками получили название гетероструктуры.

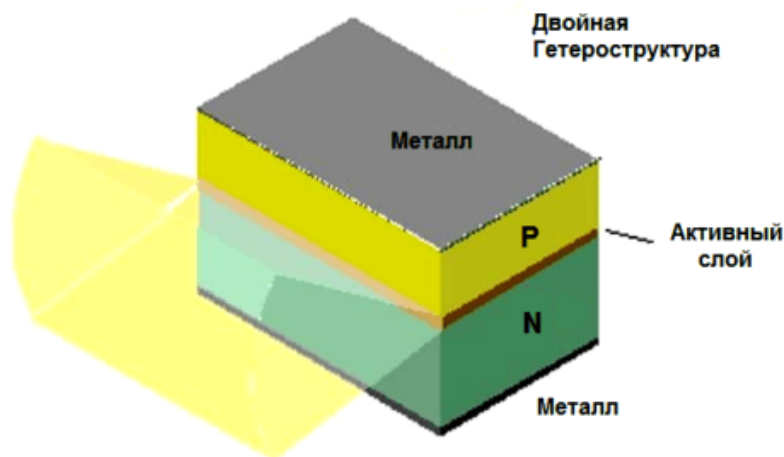


Рисунок 3- Лазеры с двойной гетероструктурой

Достоинством лазеров с такой особенной структурой является то, что область дырок и электронов, которую называют активной областью, находится в среднем тонком слое. Следовательно, что создавать усиление будут намного больше пар дырок и электронов. В области с малым усилением таких пар останется мало. В дополнение свет станет отражаться от гетеропереходов. Другими словами, излучение будет полностью находиться в области наибольшего эффективного усиления.

Диод с квантовыми ямами

При выполнении среднего слоя диода более тонким, он начинает функционировать в качестве квантовой ямы. Поэтому электронная энергия будет квантоваться вертикально. Отличие между уровнями энергии квантовых ям применяется для образования излучения вместо будущего барьера.

Это эффективно для управления волной луча, зависящей от толщины среднего слоя. Такой вид лазера намного эффективнее, в отличие от однослойной модели, так как плотность дырок и электронов распределена более равномерно.



Рисунок 4- Диод с квантовыми ямами

Гетероструктурные лазеры

Основной особенностью тонкослойных лазеров является то, что они не способны эффективно удерживать луч света. Для решения этой задачи по обеим сторонам кристалла прикладывают два дополнительных слоя, которые обладают более низким преломлением, в отличие от центральных слоев. Подобная структура похожа на световод. Она намного лучше удерживает луч. Это гетероструктуры с отдельным удержанием. По такой технологии произведено большинство лазеров в 90-х годах.

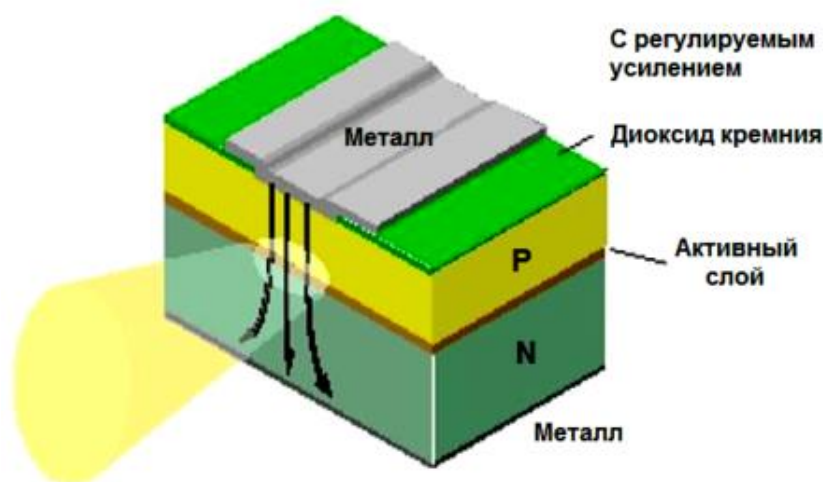


Рисунок 5- Гетероструктурные лазеры

Лазеры с обратной связью в основном применяют для волоконно-оптической связи. Для стабилизации волны на р-п переходе выполняют

поперечную насечку для создания дифракционной решетки. Из-за этого в резонатор возвращается и усиливается только одна длина волны. Такие лазеры имеют постоянную длину волны. Она определена шагом насечки решетки. Под действием температуры насечка изменяется. Подобная модель лазера является основой телекоммуникационных оптических систем.

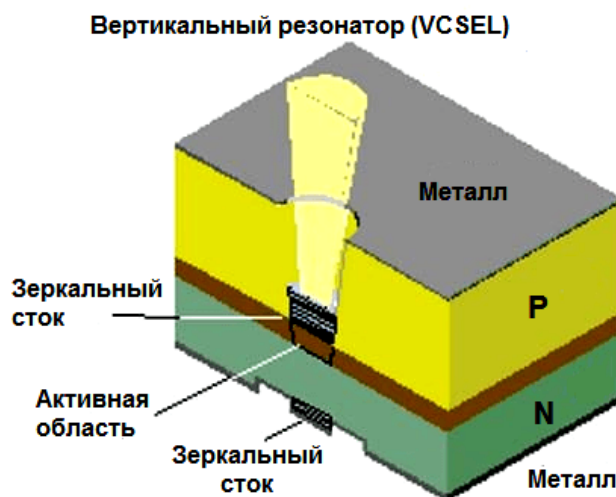


Рисунок 6- Лазеры с обратной связью

Существуют также лазеры моделей **VCSEL** и **VECSEL**, которые являются поверхностно-излучающими моделями с вертикальным резонатором. Их отличие состоит в том, что у модели **VECSEL** резонатор внешний, и его конструкция бывает с оптической и токовой накачкой.

1.3 Зависимость длины волны лазеров от температуры

Наиболее характерный пример зависимостей положения максимума в спектре их излучения (в дальнейшем для простоты будем называть его “длина волны”) от температуры $\lambda(T)$ и тока инжекции $\lambda(I)$ для одного из исследованных образцов лазера LDI H-DFB-1550-10P приведен на рис. 7 [11].

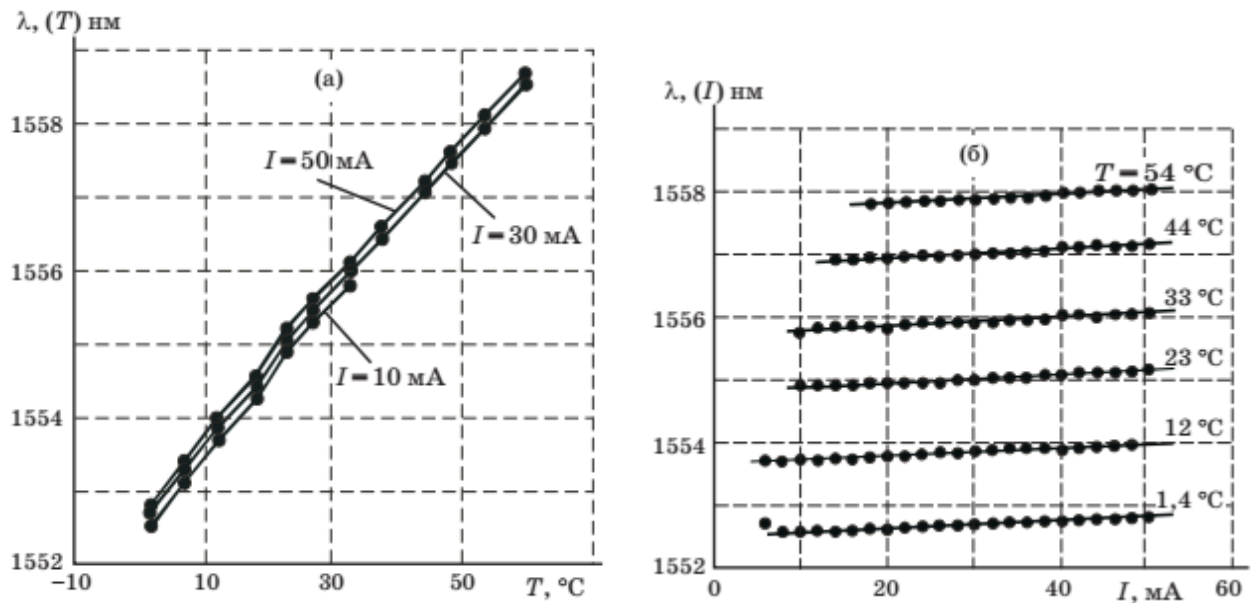


Рисунок 7-Типовые зависимости длины волны λ DFB-лазера от температуры T (а)

Температурная зависимость длины волны одночастотных лазеров (рис. 7) в целом имеет квазилинейный характер и может быть описана уравнением

$$\lambda(T) = \beta(T) \cdot T + \lambda_0$$

где β – температурный коэффициент зависимости длины волны от температуры

λ_0 – некоторое номинальное (паспортное) значение длины волны излучения.

Однако, как видно из рис. 7, температурный коэффициент длины волны β не является постоянной величиной и незначительно уменьшается с ростом температуры. Для оценочных расчетов можно воспользоваться линейной аппроксимацией этой зависимости

$$\beta(T) = \chi \cdot T + \beta(0)$$

где χ – коэффициент нелинейности, имеющий размерность $\text{nm}/^{\circ}\text{C}^2$

$\beta(0)$ – значение коэффициента β при $T = 0^{\circ}\text{C}$.

Таким образом, зависимость длины волны излучения лазерного модуля от температуры носит квадратичный характер:

$$\lambda(T) = \chi \cdot T^2 + \beta(0) \cdot T + \lambda_0$$

Коэффициенты χ и $\beta(0)$, а также рассчитанные по ним средние значения температурного

Коэффициента β длины волны для $T = 25^\circ\text{C}$ приводятся в табл. 1.

Табл.1. Температурные коэффициенты длины волны излучения DFB-лазеров.

Лазер	χ , нм/ $^\circ\text{C}^2$	$\beta(0)$, нм/ $^\circ\text{C}$	β , нм/ $^\circ\text{C}$
LFD-18-2i (1)	-0,0002	0,1018	0,0968
LFD-18-2i (2)	-0,0002	0,0985	0,0935
LDI-6578	-0,0003	0,1112	0,1037
LDI-6579	-0,0004	0,1024	0,0924
LDI-6580	-0,0003	0,1056	0,0981

В целом, как видно из табл. 1, полученное значение температурного коэффициента β длины волны излучения одночастотных лазеров LFD и LDI находится в диапазоне 0,092–0,104 нм/ $^\circ\text{C}$, что близко к литературным данным, приведенным, например, в [1]. При этом коэффициент при квадратичном члене весьма мал ($|\chi| \leq 0,0004$ нм/ $^\circ\text{C}^2$), поэтому в некоторых случаях нелинейностью температурной зависимости длины волны излучения можно пренебречь.

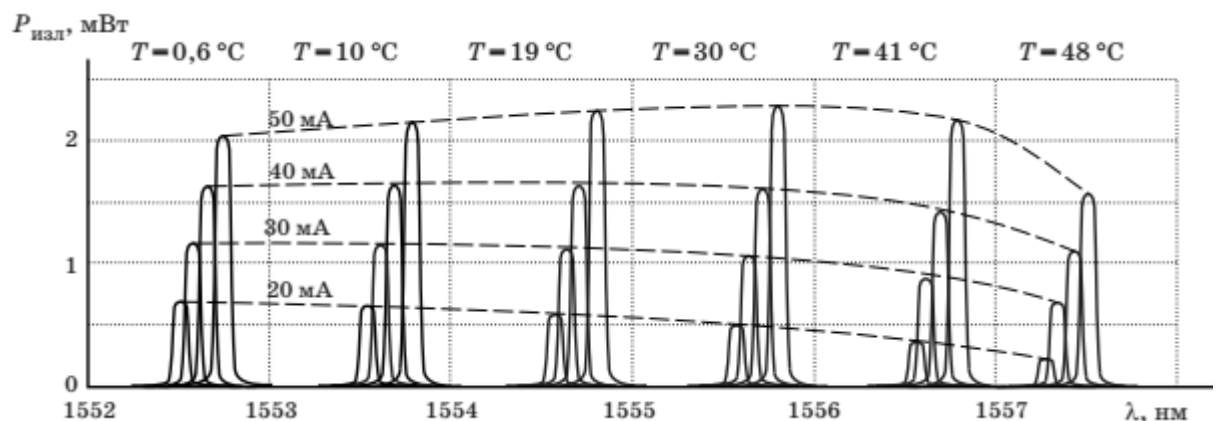


Рисунок 8- Зависимость мощности излучения и длины волны излучения DFB-лазера от температуры T и тока инжекции I (сводная спектрограмма).

2. Элемент Пельтье

Специализированные лазеры с перестраиваемой длиной волны излучения пока не доступны на массовом рынке и имеют высокую стоимость, препятствующую их применению в ВОД. Наряду с этим существуют серийно выпускаемые полупроводниковые лазеры для систем телекоммуникаций со встроенным микрохолодильником Пельтье, в которых за счет поддержания постоянной температуры обеспечивается стабилизация длины волны излучения.

Элементом Пельтье называют термопару, иначе говоря, устройство изменяющее температуру и работающее в соответствии с одноимённым принципом Пельтье, то есть, демонстрируя разность температур, возникающую с момента подачи электроэнергии [2].

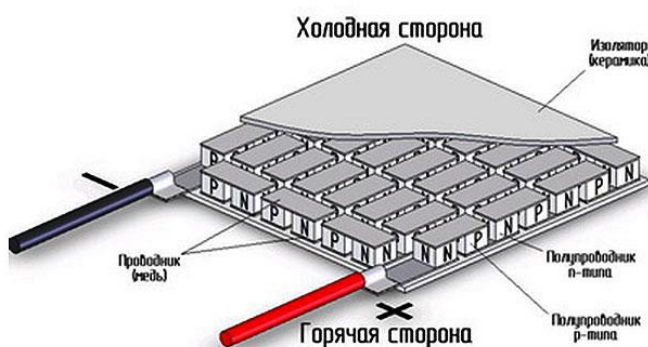


Рисунок 9-Элемент Пельтье

Принцип работы устройства пельтье

Элемент Пельтье функционирует благодаря взаимодействию одного токопроводящего материала с другим, отличным по энергетическому уровню электронов в проводящей области. Прохождение по такому каналу связи наделяет электрон большим энергетическим запасом, что после позволяет ему перейти в проводящую область с более высоким энергетическим уровнем. Поглощение этой энергии приводит к понижению температуры в точке соединения проводников. Когда же происходит обратное движение тока, контакт нагревает, что находит выражение в виде стандартного теплового эффекта.

При условии, что по одной стороне подключён теплоотвод, в момент эксплуатации радиаторной системы вторая сторона даёт сильное охлаждения (до

десятков градусов ниже температурного уровня окружающей среды). Между величиной тока и степенью охлаждения наблюдается прямая зависимость. При смене полярности также меняются положениями стороны нагрева и охлаждения.

Когда элемент Пельтье взаимодействует с деталями, выполненными из металла, то оказываемый им эффект уменьшается во много раз, и температурный контраст становится мало заметен под действием разнообразных явлений, связанных с теплопроводностью цепи. По этой причине практическое применение подразумевает использование сразу двух полупроводников.

Сочетать термопары можно в любых количествах в пределах сотни, что делает возможным создание элемента Пельтье любой холодильной мощности.

3. Структурная схема

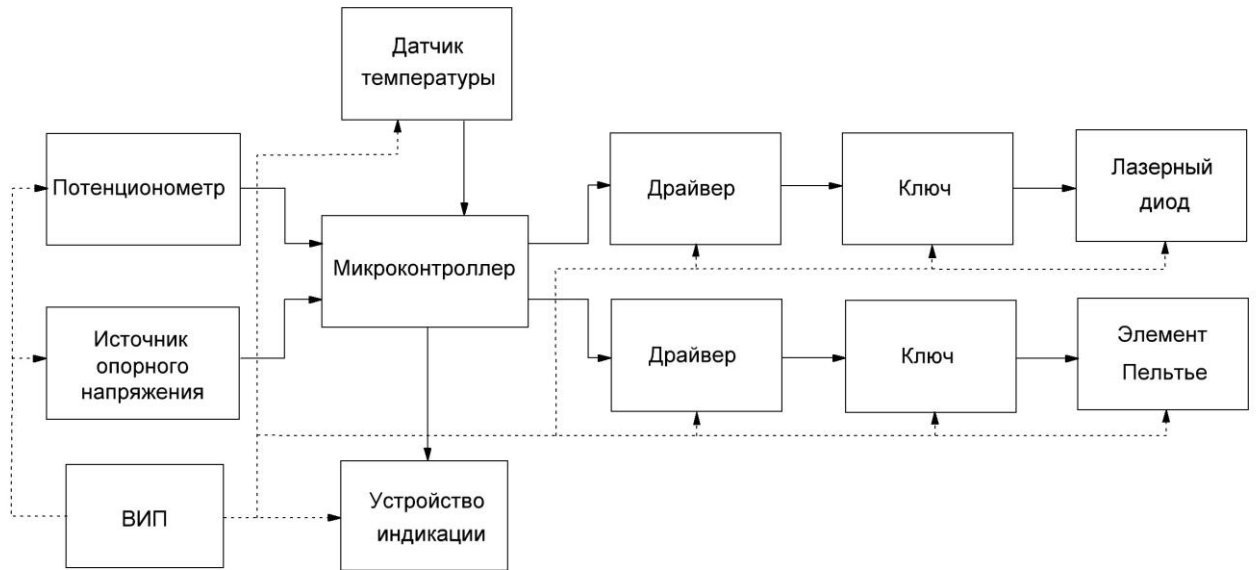
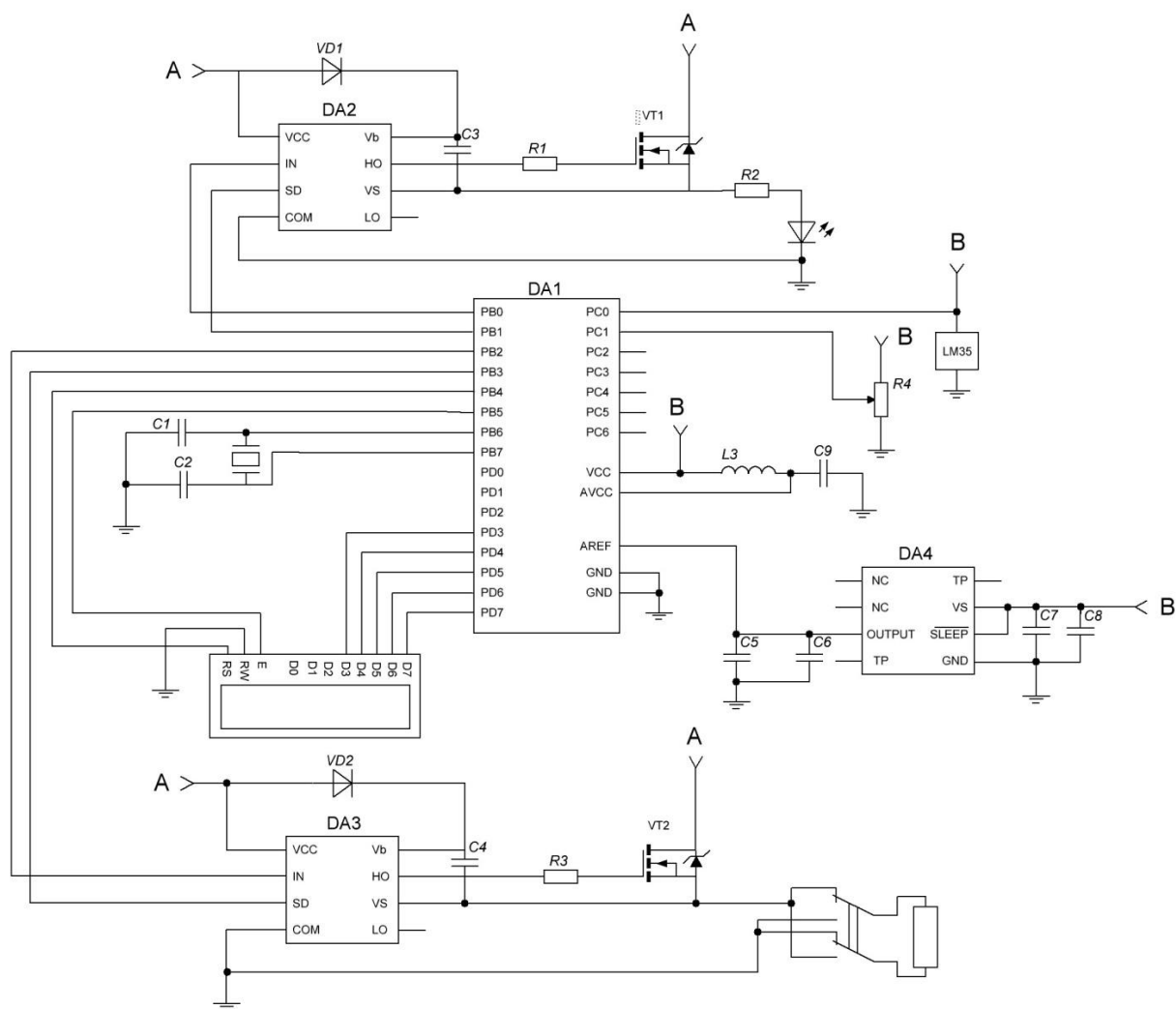


Рисунок 10-Структурная схема

В структурной схеме включается микроконтроллер, который предназначено для управления драйверами лазерного диода и элемента Пельтье. Драйверы нужны для работы в импульсном режиме и регулировки мощности диода и Пельтье. Чтобы задать требуемое значение длины волны лазерного диода применяется потенциометр. Температура Пельтье измеряется и отображается на индикаторе с помощью термодатчика. Для работы все элементы нужно применить вспомогательный источник питания (ВИП).

Из вышесказанного собираем принципиальную схему



	No	
+12 B	1	→ A
+5 B	2	→ B

Рисунок 11-Принципиальная схема

В качестве контроллера выбран ATmega8.

ATmega8: 8-разрядные микроконтроллеры с 8 Кбайтами внутрисистемно программируемой Flash памяти. Этот микроконтроллер содержит достаточное количество портов ввода/вывода и всю необходимую периферию, которая может понадобиться при управлении драйверы и отображении результата на экране.

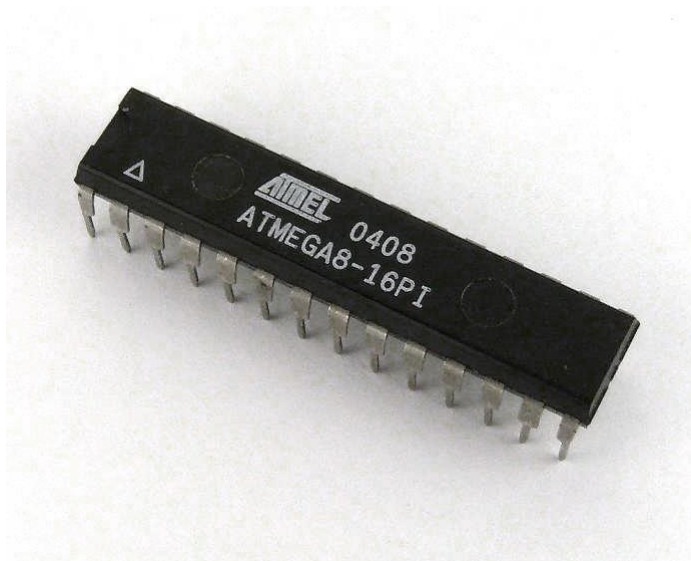


Рисунок 12-Микроконтроллер ATmega8

Микроконтроллер atmega8 сочетает в себе функциональность, компактность и сравнительно не высокую цену.

Такие качества дали широчайшее распространение ATmega8 среди профессиональных и любительских конструкций. Микроконтроллер имеет широкий набор модулей, и может быть использован в большом количестве устройств, различного назначения, от таймеров, реостатов, систем автоматики до генератор специальных сигналов, видео сигналов и декодеров стандарта RC5.

Характеристики микроконтроллера ATMEGA8: [1]

EEPROM	8 Кб
Аналоговые входы (АЦП)	4
Входное напряжение (предельное)	5,5 Вольт

Входное напряжение (рекомендуемое)	4,5-5 Вольт
ОЗУ	256 байт
Тактовая частота	20 МГц
Flash-память	8кБ

4.1 Источник опорного напряжения

Для получения постоянного напряжения подаваемого на микроконтроллер используем микросхему REF198 преобразующее имеющееся напряжение +5В в напряжение +4.096В [8].

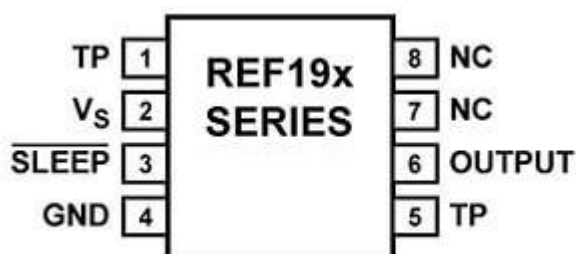


Рисунок 14- Микросхема REF198

Технические параметры

- Напряжение питания, В 5
- Выходное напряжение, В 4.096
- Точность, % 0.1
- Максимальный выходной ток,мА 30
- Ток потребления, мА 0.045
- Диапазон рабочих температур, С -40...85
- Тип корпуса so8

Схема включения согласно документации:

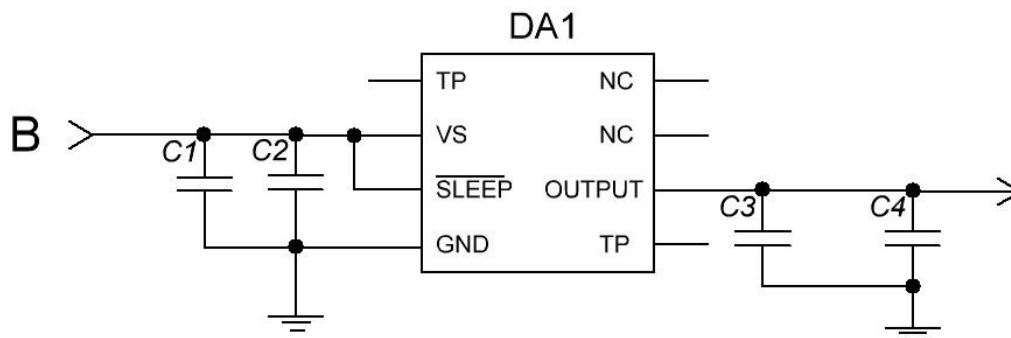


Рисунок 15 - Источник опорного напряжения

Номиналы конденсаторов C5-C8 выбираем согласно документации из справочника: [5]

DA1: REF198

C1,3: K53-14-6.3-0.1мкФ- 20%

C2: K53-14-6.3-1мкФ- 20%

C4: K53-1-6-10мкФ- 10%

4.2 Драйвер для лазерного диода

IR2104 — драйвер высоковольтных, высокоскоростных МОП-транзисторов или IGBT-транзисторов с зависимыми выходными каналами нижнего и верхнего уровней. Собственная HVIC-технология и стойкая к защелкиванию КМОП-технология позволили создать монолитную конструкцию [7].

Драйверы **IR2104** используются для управления лазерном диодом и элементом Пельтье.



Рисунок 16 – Микросхема IR2104

Отличительные особенности:

- Управляющие каналы разработаны для нагруженного функционирования
- полностью работоспособны до +600В
- Нечувствителен к отрицательным напряжениям при переходных процессах
- Стойкость к скорости нарастания напряжения (dV/dt)
- Диапазон напряжения питания драйверов 10...20В
- Блокировка при снижении напряжения
- 5В входная логика с триггерами Шмита
- Логика предотвращения поперечной проводимости
- Согласованная задержка распространения для обоих каналов
- Внутренне установленная пауза при переключении каналов
- Выход драйвера верхнего уровня в фазе со входом
- Вход выключения прекращает работу обоих каналов
- Напряжение смещения V_{OFFSET} не более 600В
- Импл.вых. ток к.з $I_{\text{о}} \pm 130 \text{ мА} / 270 \text{ мА}$
- Выходное напряжение драйверов $V_{\text{OUT}} 10 - 20\text{В}$
- Время вкл./выкл. 680/150 нс
- Пауза 520 нс

Схема включения согласно документации: [7]

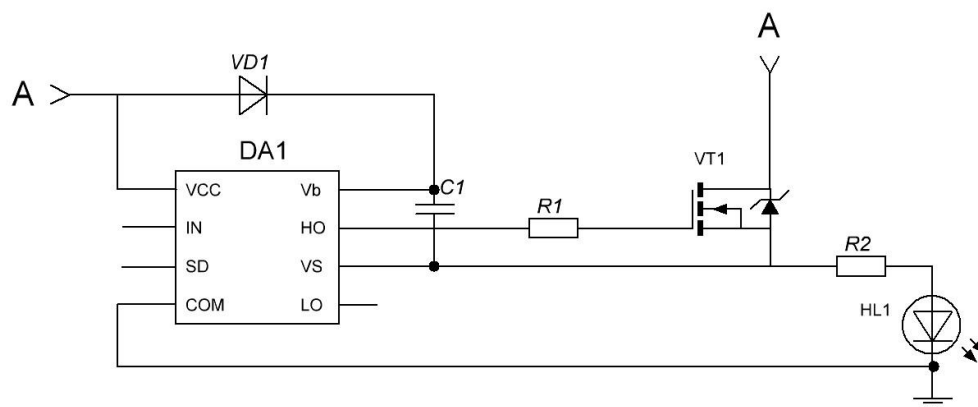


Рисунок 17 – Драйвер верхнего ключа

Выбираем элементы из справочника: [4]

DA1: IR2104

R1: C2-23-0.125Вт-20 Ом±5%

VD1: 1N407

VT1: IRF244

C1: K53-14-6.3-0.1мкФ- 20%

Необходимо считать резистор R2.

$$U_{\pi} = U_R + U_f$$

$$\text{Тогда } U_R = I \cdot R_2 = U_{\pi} - U_f$$

Согласно документации $U_f = 5 \text{ В}$ и $I = 130 \text{ мА}$

$$\text{Отсюда получаем значение } R_2 = \frac{U_{\pi} - U_f}{I} = \frac{12 - 5}{0.13} = 53,846 \text{ Ом}$$

Выбираем из справочника

R2: C2-23-20Вт-54 Ом±5%

4.4 Драйвер для элемента Пельтье

Пельтье так же управляется ШИМ модуляцией, изменяя длину импульса меняется среднее напряжение, следовательно, средняя мощность меняется, то есть меняем степень охлаждения или нагрева.

Схема драйвер управления элементом Пельтье так и как управления лазерном диодом.

Выбираем элементы из справочника: [6]

DA3: IR2104

R3: C2-23-0.125Вт-20 Ом±5%

VD2: 1N407

VT2: IRF244

C4: K53-14-6.3-0.1мкФ- 20%

4.5 Термодатчик

В качестве термодатчика используется прецизионный интегральный датчик температуры LM35

Датчик температуры LM35 представляет собой интегральную схему для измерения температуры, используется в устройствах, так или иначе связанных с контролем температуры. LM35 является недорогой, надежной и достаточно точной микросхемой (погрешность измерения составляет около $\pm 0,5^\circ \text{C}$). Применение датчика LM35 намного предпочтительнее, чем использование термистора из-за точности при измерении температуры [10].



Рисунок 18 –Термодатчик 35

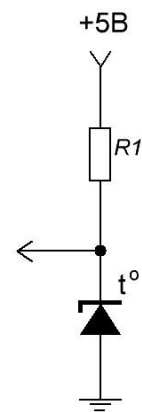


Рисунок 19- Схемы включения LM35

Выбираем элементы из справочника: [6]

R1: C2-23-0.125Вт-2кОм $\pm 5\%$

Особенности датчиков LM35.

- Значение температуры калибровано в шкале Цельсия.
- Линейное значение напряжения на выходе с коэффициентом 10 мВ/ $^\circ\text{C}$.
- Гарантирована точность 0.5°C (при 25°C).
- Параметры нормированы для полного диапазона температур $-55 \dots +150^\circ \text{C}$.
- Работает в широком диапазоне напряжения питания 4 – 30 В.
- Потребляемый ток менее 60 мкА.
- Низкий уровень собственного разогрева – 0.08°C при неподвижном воздухе.

- Нелинейность только ± 0.25 °C.
- Низкое выходное сопротивление – 0.1 Ом, при токе нагрузки 1 мА.

4.6 Ключ

В месте ключа использован тумблера ТП1-2 для смены полярности охлаждения или нагрев.

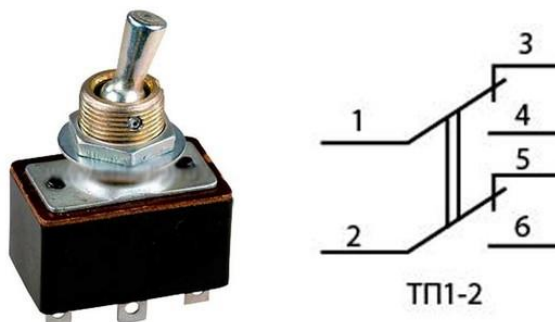


Рисунок 20- Тумблер ТП1-2

4.7 Подключение экран

Для отображение температуры элемента Пельтье на экран был использован LCD дисплей 1602А.

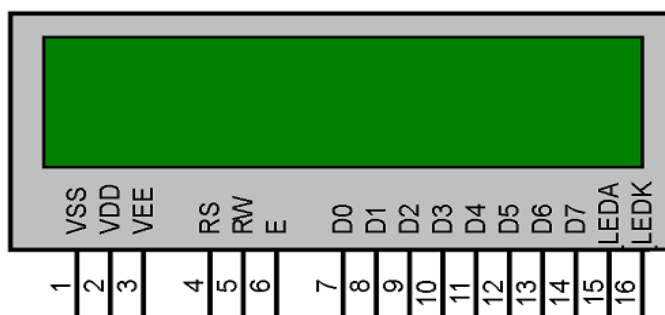


Рисунок 21- LCD 1602A

Технические параметры :

Напряжение питания:	5 В
Размер дисплея:	2.6 дюйма
Тип дисплея:	2 строки по 16 символов
Цвет подсветки:	синий
Цвет символов:	белый
Габаритные размеры:	80мм x 35мм x 11мм

5. Алгоритм программы

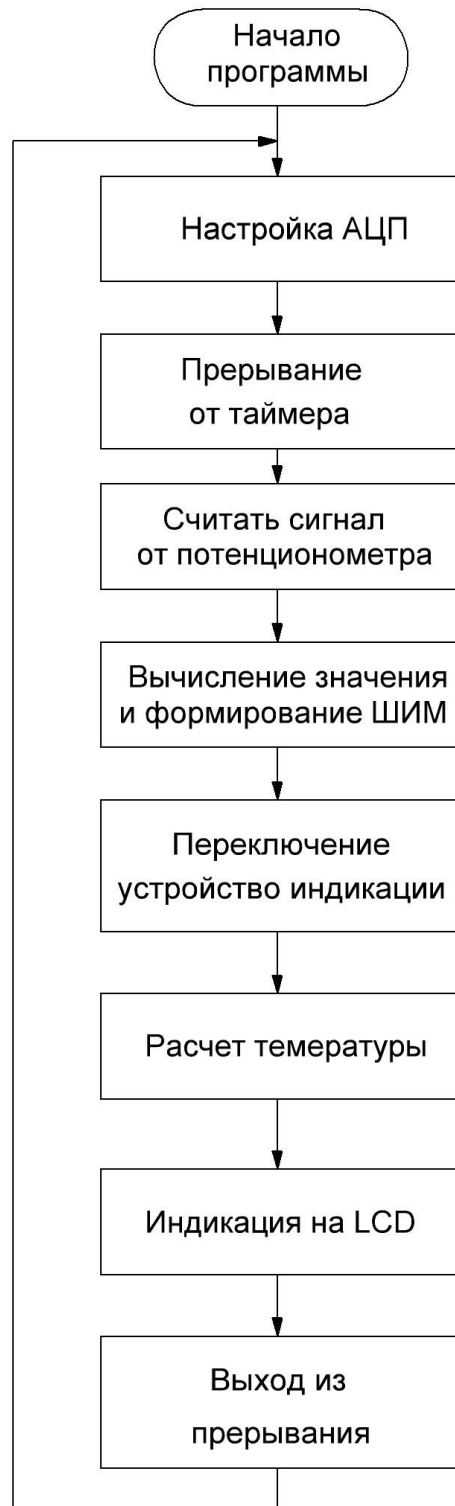


Рисунок 22- Алгоритм программы

По алгоритму видно, в основном цикле программы происходит проверка значения АЦП. Как только значение на переменный резистор изменяется, оно разрабатывается и передается в драйвер для управления элементом Пельтье.

Вместе с этим, когда происходит прерывание, значение термодатчика считывается микроконтроллером, обрабатывается и отображается на экране LCD.

Задание для раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Студенту:

Группа	ФИО
1А31	Нгуен Тхань Тунг

Институт	ИНК	Кафедра	Точное приборостроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и наноэлектроника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с определением информацией в установке, аналитических материалах, расчетов бюллетенях, 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 анализ: Потенциальные потребители результатов исследования, конкурентные технические решения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, Технология QuaD, SWOT-анализ, определение возможных альтернатив проведения НИИ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение структуры плана проекта и трудоёмкости работ, разработка графика проведения НИИ, бюджет НИИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определение интегрального показателя финансовой эффективности, интегрального показателя ресурсоэффективности, интегрального показателя эффективности и сравнительной эффективности вариантов исполнения

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Календарный план-график выполнения работ

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Николаенко Валентин Сергеевич			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Нгуен Тхань Тунг		

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимых научных исследований.

Необходимо понимать, что коммерческая привлекательность научного исследования определяется не только превышением технических параметров над предыдущими разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы – будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является проектирование и создание конкурентоспособных разработок, технологий, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

6.1 Предпроектный анализ

6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Продукт: установка для управления длиной волны лазерного диода.

Целевой рынок: академии, технические университеты, институты, школы.

		Вид электрофизических лабораторных установок		
		Электронные	Электромеханические	Механические
<i>Потребители</i>	ТГУ			
	ТПУ			
	ТПТ			

Рис. 23. Карта сегментирования рынка услуг по разработке лабораторных установок

ТГУ – Томский государственный университет; ТПУ – Томский политехнический университет; ТПТ – Томский политехнический техникум

В карте сегментирования показано, что ниша на рынке разработки электромеханических и механических лабораторных установок имеет низкие уровни конкуренции. Поэтому предприятие намерено ориентировать на разработку электромеханических лабораторных установок.

С развитием электроники и нанoeлектроники, спрос современных электронных лабораторных установок скоро увеличивается, поэтому в дальнейшем предприятие будет привлекаться этим направлением.

6.1.2 Анализ конкурентных решений позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. В качестве конкурентов можно выбирать Диамех 2000 (К1) и Томский приборный завод (К2). Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения приведен в таблице 3.

Таблица 3 – оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес крите- рия	Баллы			Конкуренто-		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	5	3	1	1	0,6
3. Надежность	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
4. Простота эксплуатации	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,08	4	5	4	0,32	0,4	0,32
2. Уровень проникновения на рынок	0,07	3	5	4	0,21	0,35	0,28
3. Цена	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,08	3	4	5	0,24	0,32	0,4
5. Послепродажное обслуживание	0,06	3	5	4	0,18	0,3	0,24
6. Срок выхода на рынок	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
7. Наличие сертификации разработки	0,06	4	5	5	0,24	0,3	0,3
Итого	1	46	50	47	4,34	4,57	4,09

Изучая полученные результаты можно сказать, что разрабатываемая лабораторная установка является конкурентоспособной. Сильными сторонами являются удобство в эксплуатации, надежность и низкая цена. Слабыми сторонами являются предполагаемый срок эксплуатации, уровень проникновения на рынок и послепродажное обслуживание.

Для устранения этих недостатков необходимо производить более глубокие маркетинговые исследования, разрабатывать более детальные условия обслуживания после продажи.

6.1.3 SWOT – анализ

SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Для SWOT-анализа построена таблица 4.

Таблица 4 – Матрица SWOT

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Простота в эксплуатации. С2. Ремонтопригодность С3. Заявленная экономичность и энергоэффективность технологии. С4. Экологичность технологии. С5. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Отсутствие интеллектуального интерфейса. Сл2. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров. Сл3. Отсутствие инженеринговой компании, способной построить производство под ключ.
Возможности: В1. Использование современной электроники в создание интеллектуального интерфейса. В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт. В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при научных исследований. В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.	В1С1С3С4С5; В2С1С3С4С5; В3С3С5; В4С3С4С5	В1Сл1Сл3; В2Сл3; В4Сл4
Угрозы: У1. Уменьшение спроса на	Уг1С1С2С5; Уг2С1С2С4С5; Уг3С3С4; Уг4С3С4	Уг1Сл1Сл2Сл3; Уг2Сл1Сл2; Уг4Сл1Сл4

без микропроцессорных технологий производств. У2. Развитая конкуренция технологий производства. У3. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции У4. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства		
--	--	--

На основании анализа, выяснены сильные, слабые стороны, возможности и угрозы и их соответствия, которые помогают предприятию узнать степень необходимости проведения стратегических изменений.

6.2 Планирование научно-исследовательских работ

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

В данном разделе будет составлен перечень работ по проведению научного исследования и распределению исполнителей. Исполнителями являются студент, научный руководитель и работник. В таблице 5 представлены все нужные данные.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Раб.	Наименование работ	Исполнитель
Подготовительный	1	Постановка задачи и целей дипломного проекта, принятие задания к выполнению	Руководитель Студент
	2	Подбор и изучение материалов по тематике	Руководитель Студент
	3	Анализ предметной области	Руководитель Студент
	4	Выявление участников и основных шагов выполнения	Руководитель Студент
Проектирование	5	Выбор исполнительных, измерительных, коммутационных устройств	Руководитель Студент
	6	Изучение конструкторской документации, паспорта приборов, устройств	Студент
	7	Измерение габаритов деталей, приборов	Студент

	8	Расчет параметров установки по методу размерной цепи	Студент
	9	Разработка проектных конструкций установки в VisualStudio	Студент
	10	Разработка конструкции электрооборудований, входящих в установку	Руководитель Студент
	11	Расчет параметров электронных компонентов.	Студент
	12	Разработки технологического процесс изготовления и методики выполнения работ	Руководитель Работник Студент
Оформление документации и подготовка отчета	13	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите	Руководитель Студент

6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула:

$$t_{ожи} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5},$$

где $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая

параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

6.2.3 Разработка график проведения научного исследования

Для разработки графика проведения научного исследования используется диаграмма Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для подсчета календарных дней необходимо вычислить коэффициент календарности и умножить его на продолжительность выполнения в рабочих днях. Для 2017 года коэффициент календарности равен 1,48 (количество дней в 2015 году: календарных – 365 дней; рабочих – 274 дней; выходных – 104 дня; праздничных – 14 дней).

Таблица 6 – Временные показатели проведения научного исследования

№ р а б о т ы	Трудоёмкость работ									Исполните ли			Длительност ь работ в рабочих днях T_{pi}			Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни			t_{max} , чел-дни			$t_{ож\dot{u}}$, чел-дни											
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	1	1	1	2	2	2	1,4			НР	Н	Н	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,036
								1,4	4	, С	Р, С	Р, С				36	36	

2	3	2	4	4	3	4	3,4	2,4	4	HP, C	HP, C	HP, C	1,7	1,2	2	2,5 16	1,7 76	2,96
3	2	1	1	2	2	3	2	1,4	1,8	HP, C	HP, C	HP, C	1	0,7	0,9	1,4 8	1,0 36	1,332
4	1	1	1	2	1	2	1,4	1	1,4	HP, C	HP, C	HP, C	0,7	0,5	0,7	1,0 36	0,7 4	1,036
5	5	5	6	6	7	8	5,4	5,8	6,8	C	C	C	5,4	5,8	6,8	7,9 92	8,5 84	10,06 4
6	3	3	5	4	5	5	3,4	3,8	5	C	C	C	3,4	3,8	5	5,0 32	5,6 24	7,4
7	2	2	3	2	2	3	2	2	3	C	C	C	2	2	3	2,9 6	2,9 6	4,44
8	4	3	4	5	4	6	4,4	3,4	4,8	C	C	C	4,4	3,4	4,8	6,5 12	5,0 32	7,104
9	14	14	15	17	15	20	15,2	14,4	17	C	C	C	7,6	7,2	8,5	11,24 8	10,65 6	12,58
10	10	9	12	10	11	15	10	9,8	13,2	HP, C	HP, C	HP, C	10	9,8	13,2	14,8	14,50 4	19,53 6
11	3	4	3	5	4	5	3,8	4	3,8	C	C	C	3,8	4	3,8	5,6 24	5,9 2	5,624
12	9	8	10	11	10	12	9,8	8,8	10,8	HP, C, P	HP, C, P	HP, C, P	3,3	2,9	3,6	4,8	4,3	5,328
13	10	11	14	12	14	15	10,8	12,2	14,4	HP, C	HP, C	HP, C	5,4	6,1	7,2	7,9 92	9,0 28	10,65 6
Итого	67	64	79	82	80	100	73	70,4	87,4				49,4	48,1	60,2	73,1	73,23	89,1

Таблица 7 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Ис по лн ите ли	T _{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ												
				февр		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Постановка задачи и целей дипломного проекта, принятие задания к выполнению	НР С	1,03 6													
2	Подбор и изучение	НР	1,77													

	материалов по тематике	С	6																
3	Анализ предметной области	НР С	1,03 6																
4	Выявление участников и основных шагов выполнения	НР С	0,74																
5	Выбор исполнительных, измерительных, коммутационных устройств	НР С	8,58 4																
6	Изучение конструкторской документации, паспорта приборов, устройств	С	5,62 4																
7	Измерение габаритов деталей, приборов	С	2,96																
8	Расчет параметров установки по методу размерной цепи	С	5,03 2																
9	Разработка проектных конструкций установки в VisualStudio	С	10,6 56																
10	Разработка конструкции электрооборудований, входящих в установку	НР С	14,5 04																
11	Расчет параметров электронных компонентов.	С	5,92																
12	Разработки технологического процесс изготовления и методики выполнения работ	НР С Р	4,3																
13	Оформление пояснительной записки и подготовка к защите	НР С	9,02 8																

6.3 Бюджет научно – технического исследования (НТИ)

6.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

В данной части рассчитывается стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта. В таблице 8 представлены все затраты.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование	Единица	Количество	Цена за ед.,	Затраты на материалы
--------------	---------	------------	--------------	----------------------

	измерения		руб.			
			Пост. 1	Пост.2	Пост. 1	Пост.2
Печатная плата	шт.	5	50	65	250	325
Транзисторы	шт.	2	120	125	240	250
Диоды	шт.	2	4,25	3,50	8.5	7
Конденсаторы	шт.	9	2,5	4	22,5	36
Резисторы	шт.	4	2	3,5	8	14
Итого					529	632

Из данной таблицы видно что, самым дешевым оказался вариант второго исполнения, самым дорогим – второго.

6.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

Таблица 9 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Оборудование	Время работы $t_{об}$ (ч.)	Потребляемая мощность $P_{об}$ (кВт.)	тарифная цен C_3 (кВт/ч);	Затраты $\mathcal{E}_{об}$ (руб.)
Осциллограф	135	0,05	4.3	29,025
Вольтметр	135	0,01		5,805
Источник питания	135	0,03		17,415
Персональный компьютер	120	0,3		154,8
Итого:	525	0,39		207,045

Итоговые затраты на электроэнергию составляют:

$$\mathcal{E}_{\text{общ.}} = 207,045 \cdot 1,15 = 238,1 \text{ руб.}$$

6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. Дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где

Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. Дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. Дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. Дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}},$$

где

$З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $З_{\text{тс}}$);

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Таблица 10 – Заработная плата

Исполнитель	Разряд	$k_{\text{т}}$	$З_{\text{тс}}$ руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$ руб.	$З_{\text{дн}}$ руб.	$T_{\text{р}}$	$З_{\text{осн}}$ руб.
Научный руководитель	17	3,5 1	17353,4 4	0	0, 2	1, 3	27071,3 6	32485,6 3	0,6 7	21667,9 1
Инженер	2	1,0 4	13936	0,3	0, 2	1, 3	27175,2	32610,2 4	1,7 2	56089,6 1
Итого										77757,5 2

6.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

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

где

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Выбираем $k_{\text{доп}}=0,15$ тогда для инженера дополнительная заработная плата составила: $З_{\text{доп}} = 0,15 \cdot 56089,61 = 8413,44$ руб.

6.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из

следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}),$$

где

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

$$K_{внеб} = K_{пен.ф} + K_{оц.стр} + K_{мед.стр},$$

где

$K_{пен.ф}$ – коэффициент отчислений в пенсионные фонды (0,22);

$K_{оц.стр}$ – коэффициент социального страхования (2,9);

$K_{мед.стр}$ – коэффициент медицинского страхования (5,1).

Отсюда получаем:

$$k_{внеб} = 0,3$$

$$З_{внеб} = 0,3 \cdot 64503,05 = 19350,91 \text{ руб.}$$

Суммируя все статьи расходов получаем общую себестоимость дипломного проекта, полученные результаты заносятся в общую таблицу 11:

Таблица 11:

Статья расходов	Стоимость (Ист. 1) руб.	Стоимость (Ист. 2) руб.
Материальные затраты	2507	3193
Затраты на электроэнергию	279,51	179,51
Затраты на основную заработную плату	77756,2	77756,2
Затраты на дополнительную заработную плату	8412,35	8412,35
Затраты на отчисление во внебюджетные фонды	19350,6	19350,6
Итого	108305,66	108991,66

В итоге общие затраты на реализацию научного проекта составило:

$$C_{общ.1} = 108305,66 \text{ руб.}$$

$$C_{общ.1} = 108991,66 \text{ руб.}$$

Вывод: Видно, что величина общих затрат отличаются незначительно, ввиду того, что доля материальных затрат незначительна. Основную долю затрат составила зарплата.

6.3.5 Оценка эффективности проекта

Немаловажным критерием расчета является оценка эффективности дипломного проекта, определяются две важные составляющие:

- Показатель финансовой эффективности
- Показатель ресурсоэффективности.

Показатель финансовой рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{финр}^{исп.i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}}$$

где

$I_{финр}^{исп.i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения проекта (в т.ч. аналоги).

Таблица 12:

Параметр	Φ_{pi} руб.	Φ_{max} руб.	$I_{финр}^{исп.i}$
Исполнитель 1	108305,66	225443	0,480
Исполнитель 2	108991,66		0,483

Из таблицы видно, что интегральный показатель не сильно отличается. Он имеет величину меньшую единицы, соответственно разработка эффективна.

Теперь производится расчет ресурсоэффективности. Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^N a_i \cdot b_i$$

где

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент i -го признака научно-технического эффекта;

b_i – количественная оценка i -го признака научно-технического эффекта,

в баллах (от 1 до 10).

Расчет ресурсоэффективности производится по каждому критерию, по которому характеризуется готовый рабочий прототип (удобство эксплуатации, точность позиционирования и т.д.) и заносится в таблицу 13:

Таблица 13:

Критерий	Весовой коэффициент	Балльная оценка	
		Исп.1	Исп.2
Удобство в эксплуатации	0,1	7	2
Точность позиционирования	0,25	7	9
Помехоустойчивость	0,1	8	9
Энергосбережение	0,15	2	5
Надежность	0,25	6	8
Материалоемкость	0,05	2	5
Цена	0,1	2	4
Итого	1	34	42

Анализируя таблицу рассчитывается интегральная оценка эффективности для двух исполнений.

$I_{p1} = 5,35$ – показатель ресурсоэффективности для первого исполнен;

$I_{p2} = 6,75$ – показатель ресурсоэффективности для второго исполнения.

Получив значения коэффициентов ресурсоэффективности и финансовой

эффективности рассчитывается показатель эффективности разработки:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{pi}}{I_{исп.iфинр}}$$

$I_{исп.1} = 11,14$ – интегральный показатель эффективности вариантов;

$I_{исп.2} = 13,97$ – интегральный показатель эффективности вариантов.

Для качественного анализа используется сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{ср.} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

$$\mathcal{E}_{ср.} = 0,79$$

Все полученные параметры сравнительного анализа заносятся в таблицу 12:

Таблица 14:

Показатели	Исп. 1	Исп. 2
Интегральный показатель финансовой эффективности	0,48	0,483
Интегральный показатель ресурсоэффективности	5,35	6,75
Интегральный показатель эффективности вариантов	11,14	13,97
Сравнительная эффективность	0,79	

Сравнение эффективностей показывает, что наиболее эффективным является второй вариант исполнения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1А31	Нгуен Тхань Тунг

Институт	ИНК	Кафедра	ПМЭ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Электроника и нанoeлектроника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка системы управления длиной волны лазерного диода. Данный объект применяется в области электротехники и также в учебной сфере.
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность 1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке проектируемого решения 1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке проектируемого решения	Анализ выявленных вредных факторов при разработке проектируемого решения: • отклонение показателей микроклимата в помещении; • недостаточная освещенность рабочей зоны; • повышенная пульсация светового потока; • повышение уровней шума и вибрации; • повышение уровней электромагнитных полей от компьютера; • повышение концентрации вредных веществ в воздухе. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности: - механические опасности; - термические опасности; - возможность поражения электрическим током
2. Экологическая безопасность	- анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы) - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности • обеспечить воздухообмен на рабочем месте • установить на рабочем месте инструменты уборки
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	- перечень возможных ЧС на объекте • землетрясение; • возможность возникновения пожара; • повышенное значение напряжения в электрической цепи
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	- запрещение использования труда женщин; - применение спецодежды и средств индивидуальной защит;

	- применение специальных подставок, использовать вместо них случайные предметы запрещается; - во время проведения изготовления на столе не должно быть никаких посторонних предметов
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Анищенко Ю. В.	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А31	Нгуен Тхань Тунг		

Введение

Сущность проекта выпускной работе по выполняемой теме заключается в создании системы управления длиной волны лазерного диода.

Данный объект применяется в области электротехники, и также может использоваться в учебной сфере в роли лабораторного стенда.

Сутью данного раздела является принятие проектных решений, исключающих несчастные случаи в производстве и снижение вредных воздействий на окружающую среду.

7. Производственная безопасность.

Разработчик при работе сталкиваются со следующими воздействиями вредных и опасных факторов:

Таблица 15 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы при разработке блока питания.

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
- Разработка источника питания для светодиодных светильников уличного освещения - Оборудование: сверлильная машина, пила, паяльная станция, флюс, припой, источник питания, измерительные приборы, компьютер, осциллограф	- отклонение показателей микроклимата в помещении; - недостаточная освещенность рабочей зоны; - повышенная пульсация светового потока; - превышение уровней шума и вибрации; - повышение электромагнитных полей от компьютера; - повышение концентрации вредных веществ в воздухе.	- движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (механические опасности); - термические опасности; - возможность поражения электрическим током.	-СанПиН 2.2.2/2.4.134 0-03 -СанПиН 2.2.4.548-96 -СанПиН 2.2.1/2.1.1.12 78-03 -ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ

7.1 Анализ выявленных вредных факторов при разработке источника питания

7.1.1 Отклонение показателей микроклимата

При разработке системы управления длиной волны лазерного диода, необходимо определить возможные отклонения показателей микроклимата от норм, устанавливаемых нормативно-технические документы, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также интенсивности излучения от нагретых поверхностей.

Указанные параметры – каждый в отдельности и в совокупности – оказывают значительное влияние на работоспособность человека, его самочувствие и здоровье. При определенных их значениях человек испытывает состояние теплового комфорта, что способствует повышению

производительности труда, предупреждению простудных заболеваний. И, наоборот, неблагоприятные значения микроклиматических показателей могут стать причиной снижения производственных показателей в работе, привести к таким заболеваниям работающих как различные формы простуды, радикулит, хронический бронхит, тонзиллит и др.

Для создания благоприятных условий работы, соответствующих физиологическим потребностям человеческого организма, санитарные нормы устанавливают оптимальные и допустимые метеорологические условия в рабочей зоне помещения. Рабочая зона ограничивается высотой 3 м над уровнем пола, где находится рабочее место. Все категории работ разграничиваются на основе интенсивности энергозатрат организма в Вт. Работа студента и преподавателя относится к категории Iб (работа с интенсивности от 140 до 174 Вт). Допустимые параметры микроклимата на рабочем месте для категории Iб приведены в таблице 21.

Таблица 16 – Допустимые величины показателей микроклимата при разработке источника питания

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			ниже оптимальных величин, не более	выше оптимальных величин, не более
Холодный	1б (140 – 174)	19.0 – 20.9	23.1– 24.0	18.0–25.0	15– 75	0.1	0.2
Теплый	1б (140 – 174)	20.0 – 21.9	24.1–28.0	19.0–29.0	15– 75	0.1	0.3

Для кондиционирования воздуха можем использовать системы автоматического кондиционирования или вентиляции.

7.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Освещенность - получение, распределение и использование световой энергии для обеспечения благоприятных условий видения предметов и объектов. Неудовлетворительное в количественном или качественном отношении освещение не только утомляет зрение, но и вызывает утомление организма в целом.

Оценка освещенности рабочей зоны необходима для обеспечения нормативных условий работы в помещениях и проводится в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [9].

На рабочем месте, естественным освещением является Солнце, искусственными - газоразрядные лампы. Нормируемый показатель освещенности на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении составляет 200 лк (для лабораторий научно-технических учреждений).

Для увеличения освещенности, требуется установить необходимые количества ламп, соответствующих мощности и схеме включения.

Пульсация освещенности возникает из-за питания источников света переменным напряжением. Особо большие значения они имеют при использовании малоинерционных источников света, которыми являются люминесцентные лампы. Пульсации освещенности на рабочей поверхности не только утомляют зрение, но и могут вызывать неадекватное восприятие наблюдаемого объекта за счет появления стробоскопического эффекта.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [9] коэффициент пульсации освещенности для лаборатории не более 10%. Для уменьшения коэффициента пульсации люминесцентные лампы включают в разные фазы трехфазной электрической сети.

7.1.3 Превышение уровней шума и вибрации

Длительное воздействие шума может привести к ухудшению слуха, а в отдельных случаях – к глухоте. Шумовое загрязнение среды на рабочем месте неблагоприятно воздействует на работающих: снижение внимания, увеличение

расхода энергии при одинаковой физической нагрузке, замедление скорости психических реакций.

При воздействии на человека вибрации происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход, угнетать центральную нервную систему, вызывая чувство тревоги и страха.

В результате, снижается производительность труда и качество выполняемой работы. В данном случае, источниками шума и вибрации являются вентиляторы, генераторы напряжения, источник питания, сверлильная машина, пила.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 [2] уровень шума на рабочем месте при проведении исследования не должно превышать 60 дБА (таблице 22).

Таблица 17 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах [2]

Уровень звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	60
86	71	61	54	49	45	42	40	38	

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.556-96 [15] предельно допустимые значения производственной локальной вибрации приведены в таблице 23.

Таблица 18 – Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации [15]

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения по осям X, Y, Z			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109

500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	
Корректированные и эквивалентные корректированные значения, и их уровни	2,0	126	2,0	112

Снижение неблагоприятного воздействия вибрации достигается путем уменьшения интенсивности вибрации непосредственно в ее источнике, так и средствами внешней виброзащиты. Для защиты рук используются рукавицы, перчатки, вкладыши и прокладки, которые изготавливают из упругодемпфирующих материалов.

7.1.4 Повышение уровней электромагнитного поля от компьютера

Компьютер производит электромагнитное излучение. Большая часть его происходит не от экрана монитора, а от видеокабеля и системного блока. В портативных компьютерах практически все электромагнитное излучение идет от системного блока, располагающегося под клавиатурой. Современные машины выпускаются заводом-изготовителем со специальной металлической защитой внутри системного блока для уменьшения фона электромагнитного излучения.

Безопасные уровни излучений регламентируются нормами «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03). Напряженность электромагнитного поля на расстоянии 50 см вокруг дисплея по электрической составляющей должна быть не более:

- в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 25 В/м;
- в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 2.5 В/м.

Плотность магнитного потока на расстоянии 50 см вокруг дисплея не более:

- в диапазоне частот 5 Гц ÷ 2 кГц – 250 нТл;
- в диапазоне частот 2 кГц ÷ 400кГц – 25 нТл.

Возможные способы защиты от ЭМП:

Основной способ – увеличение расстояния от источника, для избежания последствий экран видеомонитора должен находиться на расстоянии не менее 50 см от пользователя.

Основные меры защиты от воздействия электромагнитных излучений:

- прохождении медосмотра не реже одного раза в год;
- организационные меры (проведение дозиметрического контроля интенсивности электромагнитных излучений не реже одного раза в 6 месяцев;
- использование мониторов стандарта MPR II и TCO-03 с пониженным уровнем излучения при необходимости применения дополнительного второго экрана.

7.1.5 Повышение концентрации вредных веществ в воздухе

При изготовлении печатной платы источника питания для светодиодных светильников уличного освещения используются хлорное железо, ацетон и спирт, а при пайке электрорадиоизделий на этой плате применяются флюсы, припой и канифоль. В контакте с организмом в случае нарушений требований безопасности могут вызвать травмы, заболевания или отклонения в состоянии здоровья.

По ГН 2.2.5.1313-03 установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ ПДК (мг/м³) производственных помещений (таблица 24).

Таблица 19 – Предельно допустимые концентрации (пдк) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³	Преимущественное агрегатное состояние в условиях производства	Класс опасности	Особенности действия на организм
Медь	1/0.5	а	2	
Свинец-кадмиевый припой	0.5	а	1	
Канифоль	4	п+а	3	А
диЖелезо триоксид	-/6	а	4	Ф

Примечание: А - вещества, способные вызывать аллергические заболевания в производственных условиях, Ф - аэрозоли преимущественно фиброгенного действия, а – аэрозоль, п+а - смесь паров и аэрозоля.

По ГОСТ 12.1.007-76, мероприятия по обеспечению безопасности труда при контакте с вредными веществами должны предусматривать применение таких средств индивидуальной защиты разработчиков, как очки, маски и перчатки.

Вентиляция помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний.

7.2 Анализ выявленных опасных факторов при разработке системы управления длиной волны лазерного диода

7.2.1 Механические опасности

Механическая опасность – опасность способная причинить травму в результате контакта объекта или его частей с человеком. В данном случае, к ним относятся: движущиеся части механизма (сверлильная машина, пила), острые кромки (в процессе изготовления фольгированного текстолита, сверления отверстия), заусенцы, запыленность воздуха (стружки, опилки после сверлении). Для обеспечения безопасности в работе необходимы, принимаются следующие методы и средства защиты:

- обеспечение недоступности опасной зоны;
- уменьшение опасности при помощи специальных приспособлений, к которым относятся: оградительные устройства, предохранительные устройства ограничения и т.д.
- средства индивидуальной защиты: очки, маска.

7.2.2 Термические опасности

Термические опасности, приводящие к ожогу, ошпариванию или другому повреждению от касания с предметами или материалами с высокой температурой. В данном случае, паяльник, припой, канифоль, флюс при пайке электрорадиоизделий и утюг при изготовлении печатной платы являются

источниками термической опасности, так как они обладают высокой температурой при работе.

Для защиты глаз при применении паяльных средств как припоя, канифоль, флюс, также использовании паяльного фена применяются очки. Для обеспечения безопасности в работе применяются специальные стойки для паяльника и также перчатки при изготовлении печатной платы с помощью утюга.

7.2.3 Электрический ток

Электрические установки представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе разработки человек может коснуться комплектующих установки, находящихся под напряжением (электрический ток в розетках 220В – 50Гц). Корпус и прочие элементы могут оказаться под напряжением в результате повреждения, пробоя изоляции или короткое замыкание (корпус источника питания постоянного и переменного тока, паяльник, осциллограф, компьютер и т.д.).

Согласно ГОСТ 12.1.019 – 79 [5], для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы защиты и средства: защиты оболочки, защитные ограждения, безопасное расположение токоведущих частей, изоляция рабочего места, защитное отключение, предупредительная сигнализация, блокировка и т.д.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление, зануление.

Согласно ГОСТ 12.1.030 – 81 [16], источник питания светодиодных светильников уличного освещения работает под напряжением меньше 1кВ, поэтому сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены выводы источника должно быть не более 8 Ом.

7.3. Экологическая безопасность

Одна из проблем, связанных с разработкой системы управления длиной волны лазерного диода – выбросы в атмосферу, попадание отходов в литосферу.

При сверлении и резке текстолита образуются следующие виды отходов: стружки, опилки, при пайке образуются дым, капли флюсов, при травлении печатной платы - пыль хлорного железа и соответственно его жидкость, все такие загрязняют среду на рабочем месте, а также посредством вентиляции выбрасывается в атмосферу. Рост этих загрязнений приводит к экологическому нарушению, ухудшению функции различных органов как дыхание, зрение.

По ГН 2.1.6.1338-03 установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, необходимых в воздушной зоне (таблица 25).

Таблица 20 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ, необходимых в воздушной зоне.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м ³		Лимитирующий показатель вредности	Класс опасности
	Максимальная разовая	среднесуточная		
Медь	-	0.002	рез.	2
Свинец-кадмиевый припой	0.001	0.0003	рез.	1
Канифоль	0.3	-	рефл.	4
диЖелезо триоксид	-	0.04	рез.	2

Вентиляция помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Она служит одним из главных средств оздоровления условий труда, повышения производительности и предотвращения опасности профессиональных заболеваний.

Для защиты окружающей среды от загрязнения отхода материалов технологических процессов обработки необходимо предусмотреть деятельность по использованию отходов.

Деятельность по использованию отходов, может включать в себя следующие виды деятельности, связанные с извлечением полезных свойств из отходов производства и потребления:

- обработка отходов – предварительная подготовка отходов, включая сортировку, разборку, очистку, к дальнейшей утилизации (использованию);
- рециклинг отходов — применение отходов для производства товаров (продукции), проведения работ, оказания услуг, включая повторное использование;
- рекуперация отходов — извлечение ценных компонентов для их повторного использования;
- регенерация отходов — повторное использование по прямому назначению, возврат после соответствующей подготовки в производственный цикл.

Порядок и правило использования отходов материалов рассматривается в п.п. 26 статьи 35 Федерального закона от 25.06.2012 N 93-ФЗ «деятельность по использованию отходов 1-4 класса опасности, исключена из лицензируемых видов деятельности».

7.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

В зоне выполнения работ возможные чрезвычайные ситуации (ЧС) как пожары, землетрясение, отключение электроэнергии. Из вышеперечисленных ЧС наиболее вероятной является пожар.

- **Пожарная безопасность**

В данном источнике питания имеются макетная плата управления, составами которой являются электрорадиоизделия: микросхемы, резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы, стабилитрон. В неисправном состоянии, в системе происходит короткое замыкание, тогда в цепи протекает большой ток и приводит к нагреванию и выходу из строя электрорадиоизделия, особенно MOSFET-транзистора. Тем не менее, при обычном режиме работы системы выделяется определенное количество теплоты, при этом возможно ухудшение качества изоляции стеклотекстолита и специального лака, и как следствие короткое замыкание, которое сопровождается искрением и ведет к

недопустимым перегрузкам элементов. Для отвода избыточной теплоты из MOSFET-транзисторов используются радиаторы и обеспечивают конвекцию воздуха при работе системы.

Для предупреждения ЧС (возникновение пожара) следует выполнять превентивные меры, как:

- изучить правила техники безопасности;
- не применять нестандартные или неисправные электрорадиоизделия;
- нельзя пользоваться электроприборами при открытых токоведущих проводах и отсутствия специальных защитных средств;
- не подключать 2 или более потребителя электроэнергии к одному источнику электропитания;
- запретить самовольно проводить электромонтажную работу;
- применить систему заземления и зануления.

Пожарная безопасность при разработке данной системы должна обеспечиваться следующими мерами:

- регулярное проведение инструктажа сотрудников и студентов по технике безопасности;
- наличие плана эвакуации людей при возникновении пожара;
- автоматическая пожарная сигнализация и телефонная связь с пожарной охраной;
- наличие средств пожаротушения (огнетушители ОУ, ОП), пожарный инструмент, песок.

При возникновении ЧС необходимо выполнить следующие действия:

- локализация аварий на коммунально-энергетических и технологических сетях;
- сообщить о случившемся ситуации в службу спасения по телефону (01 или 010);
- приступить к первичным средствам пожаротушения, имеющимся в помещении средствами пожаротушения;
- разведку маршрутов движения формирований и участков предстоящих работ;
- покинуть опасную зону.

7.5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В процессе проектирования применяются специальные регулирующие требования:

- запрещение использования труда женщин;
- применение спецодежды и средств индивидуальной защиты;
- применение специальных подставок, использовать вместо них случайные предметы запрещается;
- во время проведения изготовления на столе не должно быть никаких посторонних предметов.

НОРМАТИВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 12.0.003–2015.ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
2. ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
3. ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
4. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования.
5. ГОСТ 12.1.019 -79 (с изм. №1) ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
6. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
7. ГОСТ 12.1.047-85 ССБТ. Вибрация. Метод контроля на рабочих местах и в жилых помещениях морских и речных судов.
8. ГОСТ 12.4.026-76. ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности.
9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Госкомсанэпиднадзор, 2003.
10. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
11. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений. М.: Гострой России, 1997. – с. 12.
12. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М.: Минздрав России, 1997.
14. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
15. СН 2.2.4/2.1.8.556–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. – М.: Минздрав России, 1997.
16. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Защитное заземление, зануление.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был спроектирован систему управления длиной волны светодиода. Данная система построена на основе микроконтроллер Атмега8 вместе с элементом Пельтье.

В программе Codevision был написан алгоритм программы, с помощью этого написана программа для обеспечения работы данной системы. Устройство можно использовать в качестве макета при проведении лабораторных работ по дисциплине «Квантовая и оптическая электроника».

Проведен анализ финансово-экономических аспектов выполненной работы и анализ объекта исследования на предмет выявления опасных и вредных факторов, оценка степени воздействия их на человека.

Список литературы

1. А.В. Евстифеев: Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. Москва – 2007
2. Лазерный диод-принцип работы, ток лазерного диода. [Электронный ресурс]. URL: <http://elektronchic.ru/elektronika/lazernyj-diod.html> (дата обращения 30.11.2016)
3. Элемент Пельтье. Принцип работы, генератор на основе элемента. [Электронный ресурс]. URL:<http://elektronchic.ru/avtomatika/element-pelte.html>
4. Резисторы. Справочник. Под ред. И. И. Четверткова и В. М. Терехова. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с.: ил.
5. Чип и Дип - Электронные компоненты и приборы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.chipdip.ru/product/by329-1200>, (дата обращения 15.09.2016)
6. MOSFET. Справочник. Даташиты. [Электронный ресурс]. URL: <http://alltransistors.com/ru/mosfet/transistor.php?transistor=14419>, (дата обращения 15.09.2016)
7. IR2104 - Драйвер ключей нижнего и верхнего уровней. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.infineon.com/dgdl/ir2104.pdf>
8. REF198 4.096V Precision Micropower , Low Dropout, Low Voltage Reference. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.analog.com/en/products/linear-products/voltage-references/ref198.html>

9. Мелешин, В.А. Транзисторная преобразовательная техника / В. И. Мелешин. – Москва: Техносфера, 2005. – 632 с.: ил. – Мир электроники. – Библиогр.: с. 625-627.
10. Датчик температуры LM35[Электронный ресурс]. URL: www.hep.upenn.edu/SNO/daq/parts/lm35dm.pdf
11. А.А.Ветров, Д.А.Данилов, С.С.Есипов, С.С.Комиссаров. Сравнение температурных и электрических методов управления длиной волны излучения полупроводниковых лазеров. Санкт-Петербург, 2009 – 6с.
12. Забродин, Юрий Сергеевич. Промышленная электроника: учебник для вузов / Ю. С. Забродин. – 2-е изд., стер. — Москва: Альянс, 2008. –496 с.

Приложение А. Код программы микроконтроллера

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

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

```
// Alphanumeric LCD functions
```

```
#include <alcd.h>
```

```
// Declare your global variables here
```

```
float PWM; //для ШИМ
```

```
void lcd_putnum(unsigned char so,unsigned char x,unsigned char y) //Изображение  
Температуры на LCD с помощью LM35
```

```
{
```

```
unsigned char a,b,c;
```

```
a=so/100;
```

```
// сотни
```

```
b=(so-100*a)/10;
```

```
// десятки
```

```
c=(so-100*a-10*b);
```

```
// цифра
```

```
lcd_gotoxy(x,y);
```

```
lcd_putchar(a+48);
```

```
// сотни ,код ascii
```

```
lcd_putchar(b+48);
```

```
// десятки, код ascii
```

```
lcd_putchar(46);
```

```

//Обозначен точки "."
    lcd_putchar(c+48);
// цифра, код ascii
    lcd_putchar(42);
//Обозначен знак "*"
    lcd_putchar("C");
    delay_ms(100);
}

// Voltage Reference: AREF pin
#define ADC_VREF_TYPE ((0<<REFS1) | (0<<REFS0) | (0<<ADLAR))

// ADC interrupt service routine
interrupt [ADC_INT] void adc_isr(void)
{
    unsigned int adc_data;
    // Read the AD conversion result
    adc_data=ADCW;
    // Place your code here

}

void main(void)
{
    // Declare your local variables here

```

```
// Input/Output Ports initialization
```

```
// Port B initialization
```

```
// Function: Bit7=In Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=Out Bit2=Out Bit1=Out Bit0=Out
```

```
DDRB=(0<<DDB7) | (0<<DDB6) | (0<<DDB5) | (0<<DDB4) | (1<<DDB3) |  
(1<<DDB2) | (1<<DDB1) | (1<<DDB0);
```

```
// State: Bit7=T Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=0 Bit2=0 Bit1=0 Bit0=0
```

```
PORTB=(0<<PORTB7) | (0<<PORTB6) | (0<<PORTB5) | (0<<PORTB4) |  
(0<<PORTB3) | (0<<PORTB2) | (0<<PORTB1) | (0<<PORTB0);
```

```
// Port C initialization
```

```
// Function: Bit6=In Bit5=In Bit4=In Bit3=In Bit2=In Bit1=In Bit0=In
```

```
DDRC=(0<<DDC6) | (0<<DDC5) | (0<<DDC4) | (0<<DDC3) | (0<<DDC2) |  
(0<<DDC1) | (0<<DDC0);
```

```
// State: Bit6=T Bit5=T Bit4=T Bit3=T Bit2=T Bit1=T Bit0=T
```

```
PORTC=(0<<PORTC6) | (0<<PORTC5) | (0<<PORTC4) | (0<<PORTC3) |  
(0<<PORTC2) | (0<<PORTC1) | (0<<PORTC0);
```

```
// Port D initialization
```

```
// Function: Bit7=Out Bit6=Out Bit5=Out Bit4=Out Bit3=In Bit2=Out Bit1=Out  
Bit0=Out
```

```
DDRD=(1<<DDD7) | (1<<DDD6) | (1<<DDD5) | (1<<DDD4) | (0<<DDD3) |  
(1<<DDD2) | (1<<DDD1) | (1<<DDD0);
```

```
// State: Bit7=0 Bit6=0 Bit5=0 Bit4=0 Bit3=T Bit2=0 Bit1=0 Bit0=0
```

```
PORTD=(0<<PORTD7) | (0<<PORTD6) | (0<<PORTD5) | (0<<PORTD4) |  
(0<<PORTD3) | (0<<PORTD2) | (0<<PORTD1) | (0<<PORTD0);
```

```
// Timer/Counter 0 initialization
```

```
// Clock source: System Clock
```

```

// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=(0<<CS02) | (0<<CS01) | (0<<CS00);
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 8000.000 kHz
// Mode: Fast PWM top=ICR1
// OC1A output: Non-Inverted PWM
// OC1B output: Non-Inverted PWM
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer Period: 0.125 us
// Output Pulse(s):
// OC1A Period: 0.125 us
// OC1B Period: 0.125 us
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=(1<<COM1A1) | (0<<COM1A0) | (1<<COM1B1) | (0<<COM1B0) |
(1<<WGM11) | (0<<WGM10);
TCCR1B=(0<<ICNC1) | (0<<ICES1) | (1<<WGM13) | (1<<WGM12) | (0<<CS12) |
(0<<CS11) | (1<<CS10);
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;

```

```

ICR1H=0x00;

ICR1L=0x00;

OCR1AH=0x00;

OCR1AL=0x00;

OCR1BH=0x00;

OCR1BL=0x00;


// Timer/Counter 2 initialization

// Clock source: System Clock

// Clock value: Timer2 Stopped

// Mode: Normal top=0xFF

// OC2 output: Disconnected

ASSR=0<<AS2;

TCCR2=(0<<PWM2) | (0<<COM21) | (0<<COM20) | (0<<CTC2) | (0<<CS22) |
(0<<CS21) | (0<<CS20);

TCNT2=0x00;

OCR2=0x00;


// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization

TIMSK=(0<<OCIE2) | (0<<TOIE2) | (0<<TICIE1) | (0<<OCIE1A) | (0<<OCIE1B) |
(0<<TOIE1) | (0<<TOIE0);


// External Interrupt(s) initialization

// INT0: Off

// INT1: Off

MCUCR=(0<<ISC11) | (0<<ISC10) | (0<<ISC01) | (0<<ISC00);

```

```
// USART initialization
```

```
// USART disabled
```

```
UCSRB=(0<<RXCIE) | (0<<TXCIE) | (0<<UDRIE) | (0<<RXEN) | (0<<TXEN) |  
(0<<UCSZ2) | (0<<RXB8) | (0<<TXB8);
```

```
// Analog Comparator initialization
```

```
// Analog Comparator: Off
```

```
// The Analog Comparator's positive input is
```

```
// connected to the AIN0 pin
```

```
// The Analog Comparator's negative input is
```

```
// connected to the AIN1 pin
```

```
ACSR=(1<<ACD) | (0<<ACBG) | (0<<ACO) | (0<<ACI) | (0<<ACIE) | (0<<ACIC) |  
(0<<ACIS1) | (0<<ACIS0);
```

```
// ADC initialization
```

```
// ADC Clock frequency: 1000.000 kHz
```

```
// ADC Voltage Reference: AREF pin
```

```
ADMUX=ADC_VREF_TYPE;
```

```
ADCSRA=(1<<ADEN) | (0<<ADSC) | (0<<ADFR) | (0<<ADIF) | (1<<ADIE) |  
(0<<ADPS2) | (1<<ADPS1) | (1<<ADPS0);
```

```
SFIOR=(0<<ACME);
```

```
// SPI initialization
```

```
// SPI disabled
```

```
SPCR=(0<<SPIE) | (0<<SPE) | (0<<DORD) | (0<<MSTR) | (0<<CPOL) |  
(0<<CPHA) | (0<<SPR1) | (0<<SPR0);
```



```

// TWI initialization

// TWI disabled

TWCR=(0<<TWEA) | (0<<TWSTA) | (0<<TWSTO) | (0<<TWEN) | (0<<TWIE);


// Alphanumeric LCD initialization

// Connections are specified in the

// Project|Configure|C Compiler|Libraries|Alphanumeric LCD menu:

// RS - PORTD Bit 0

// RD - PORTD Bit 1

// EN - PORTD Bit 2

// D4 - PORTD Bit 4

// D5 - PORTD Bit 5

// D6 - PORTD Bit 6

// D7 - PORTD Bit 7

// Characters/line: 16

lcd_init(16);


// Global enable interrupts

#asm("sei")


while (1)
{
    // Place your code here

    float A;

```

```

A = 4.096/1024.000;

lcd_putnum(A*read_adc[0],0,0); // Значение ADC от LM35*х= Температура
delay_ms(1000);                // обновить каждый 1секунд


//для ШИМ

PWM = A*read_adc[1];
OCR1B = PWM;


}

}

```

Приложение Б. Схема электрическая принципиальная



					ФЮРА.ХХХХХХХХХ.ЭЗ						
					Система управления длинной волны лазерного диода Схема электрическая принципиальная	Лист			Масса	Масштаб	
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		у					
Разраб.		Нгуен Т.Т									
Провер.		Евтушенко Г.С.									
Т. контр.						Лист 1			Листов 1		
Реценз.						ТПУ ИНК					
Н. контр.						Группа 1А31					
Утверд.											

Приложение В. Перечень элементов