

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**
 Направление подготовки **11.03.04 Электроника и нанoeлектроника**
 Отделение **электронной инженерии**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка преобразователя напряжения для питания беспроводных датчиков
УДК 621.311.6:681.586:621.396.2

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6А	Тюльдинов Александр Андреевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Огородников Дмитрий Николаевич	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель ОЭИ	Кожемяк Олеся Анатовна	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатовна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения
Общие по направлению подготовки	
P1	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
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
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
Элективная группа «Промышленная электроника»	
P13	Осуществлять профессиональную деятельность в области разработки, проектирования и эксплуатации преобразователей электрической энергии высокоэффективной электронной техники.
P14	Разрабатывать, проектировать, использовать в профессиональной деятельности устройства, приборы и системы аналоговой и цифровой электронной техники различного назначения.
P15	Проектировать, проводить технологическое сопровождение создания и осуществлять эксплуатацию электронных средств и электронных систем для обеспечения долговечного бесперебойного функционирования бортовых комплексов управления (БКУ).

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор литературы предмета исследования; Разработка структурной схемы; Расчёт и выбор элементов схемы; Разработка принципиальной схемы; Моделирование преобразователя напряжения; Сборка преобразователя напряжения на макетной плате и проведение экспериментов.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема устройства</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Маланина Вероника Анатольевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Гуляев Милий Всеволодович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>17.02.20</p>
--	-----------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОЭИ</p>	<p>Огородников Дмитрий Николаевич</p>	<p>к.т.н.</p>		
<p>Ст.преподаватель ОЭИ</p>	<p>Кожемяк Олеся Анатольевна</p>	<p>-</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>1А6А</p>	<p>Тюльдииков Александр Андреевич</p>		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**

Направление подготовки **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**

Уровень образования **бакалавриат**

Отделение **электронной инженерии**

Период выполнения _____ (осенний / весенний семестр 2019 /2020 учебного года)

Форма представления работы:

бакалаврская работа

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2020
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
03.03.2020	<i>Обзор литературы</i>	20
05.05.2020	<i>Моделирование преобразователя напряжения</i>	30
27.05.2020	<i>Сборка принципиальной схемы</i>	30
01.06.2020	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
05.06.2020	<i>Социальная ответственность</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Огородников Дмитрий Николаевич	к.т.н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст.преподаватель ОЭИ	Кожемяк Олеся Анатольевна	-		

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	Иванова Вероника Сергеевна	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1А6А	Тюльдииков Александр Андреевич

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	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	Оклад руководителя - 37506 руб. Оклад консультанта - 30000 руб. Оклад студента - 12240 руб. Материальные затраты, сформированы на основе прайсов компаний – 1861 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Премияльный коэффициент руководителя 30%; Премияльный коэффициент инженера 30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Описание потенциальных потребителей; - Анализ конкурентных технических решений; - SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Планирование работ; Разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Многоугольник конкурентоспособности
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.02.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Маланина Вероника Анатольевна	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6А	Тюльдинов Александр Андреевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа 1А6А	ФИО Тюльдиков Александр Андреевич
----------------	--------------------------------------

Школа	Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности	Отделение школы (НОЦ)	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника

Тема ВКР

Разработка преобразователя напряжения для питания беспроводных датчиков	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования.	Объектом исследования является источник питания для беспроводных датчиков (16в корпус, 241 аудитория).
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.	Рассмотреть специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
2. Производственная безопасность	<p>Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды.</p> <p>Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов</p> <ul style="list-style-type: none"> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень электромагнитных полей (ЭМП); – неудовлетворительный микроклимат – повышенный уровень напряженности электростатического поля; – повышенная концентрация вредных веществ в воздухе; – Электроопасность; – Опасность термического поражения;
3. Экологическая безопасность	<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы, утилизация компьютерной техники и периферийных устройств); – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<ul style="list-style-type: none"> – Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

	– Пожаровзрывоопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения)
--	---

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель отделения общетехнических дисциплин	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1А6А	Тюльдииков Александр Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 93 с., 22 рис., 18 табл., 38 источник., 3 прил.

Ключевые слова: альтернативная энергия, солнечный элемент, ионистор, повышающий преобразователь постоянного напряжения, микромощный датчик.

Объектом исследования является источник питания для беспроводных датчиков.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка источника питания для беспроводных датчиков с использованием солнечной энергии.

В процессе исследования выполнен сравнительный анализ и выбор солнечного элемента и накопителя электроэнергии, разработана структурная и принципиальная схема источника питания, было осуществлено моделирование повышающего ППН.

В результате работы спроектирован повышающий преобразователь напряжения на основе микросхемы TPS61097-331, проведены экспериментальные исследования источника питания, работающего от солнечного элемента.

Областью применения являются микромощные датчики и устройства.

Экономическая эффективность/значимость работы в том, что позволяет оптимизировать энергопотребление.

В будущем планируется разработать аналогичную систему для устройства с большей потребляемой мощностью.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019).

ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

ГОСТ 12.0.003-2015. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация, 2015.

ГОСТ 30494-2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.

ГОСТ Р 22.0.02-2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий, 2016.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 2003.

СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях, 2003.

СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

СанПиН 2.2.2.542-96. Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы, 1996.

СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования, 2009.

СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение, 2011.

СП 952-72. Санитарные правила организации процессов пайки мелких изделий сплавами, содержащими свинец.

СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.

НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях, 2013.

Специальная оценка условий труда в Томском политехническом университете, 2019.

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

Коэффициент заполнения импульса – это отношение длительности импульса к длительности периода, обозначается в процентах.

Диод – это полупроводниковый электронный компонент, пропускающий электрический ток через себя только в одну сторону, при протекании электрического в обратную сторону представляет собой достаточно большое сопротивление.

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

ППН – преобразователь постоянного напряжения;

КПД – коэффициент полезного действия.

Оглавление

Реферат	12
Введение.....	18
1 Обзор литературы	19
1.1 Альтернативная энергия.....	19
1.1.1 Солнечная энергия	20
1.1.2 Энергия ветра	21
1.2 Виды солнечных батарей	22
1.3 Актуальность использования альтернативной энергии для данного датчика	25
1.4 Накопители электроэнергии	26
1.5 Беспроводной сенсорный датчик AG-1400	30
1.6 Преобразователи постоянного напряжения	32
2 Выбор, обоснование и расчет схемы	36
2.1 Структурная схема автономного питания датчика	36
2.2 Расчёт потребляемого датчиком AG-1400 тока.....	36
2.3 Выбор преобразователя постоянного напряжения.....	37
2.4 Выбор накопителя энергии	39
3 Моделирование повышающего ППН, построенного на микросхеме TPS61220	42
4 Экспериментальная часть	49
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	52
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	53
5.1.3 SWOT-анализ	55
5.2 Планирование научно-технического исследования	57
5.2.1 Структура научно-технического исследования.....	57
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	58
5.2.3 Разработка графика проведения научно-технического исследования .	59
5.2 Бюджет научно-технического исследования	61
5.3.1 Материальные затраты	61
5.3.2 Амортизационные отчисления	63
5.3.3 Заработная плата исполнителей	64
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	66
5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
5.3.6 Формирование бюджета затрат	67
6 Социальная ответственность.....	69
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	69
6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.....	69
6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	70
6.2 Производственная безопасность	71
6.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	71
6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	73
6.3 Экологическая безопасность.....	80
6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	80

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду.....	81
6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	81
6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	81
6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС	83
Заключение	86
Список литературы	87
Приложение А Схема электрическая принципиальная ФЮРА.436431.119 ЭЗ .	91
Приложение Б Перечень элементов ФЮРА.436431.119 ПЭЗ	92
Приложение В.....	93

Введение

Беспроводные сенсорные датчики обычно используются для отслеживания различных параметров окружающей среды. Часто, различные датчики интегрированы в один пакет, например, датчик влажности, температуры окружающего воздуха, барометрическое давление воздуха, что позволяет более точно проанализировать состояние помещения и на основании этих анализов сделать какие-либо прогнозы, или скорректировать параметры работы в помещении.

Обычно беспроводные сенсорные датчики достаточно маломощны, т.е. потребляют достаточно небольшое количество электроэнергии. Именно это позволяет сделать этот датчик достаточно автономным. В качестве такого датчика был использован датчик AG-1400 компании Инжерон [1]. Ввиду небольшого потребления энергии для питания данного датчика можно использовать альтернативную энергию, в основном используется солнечная энергия. Так же при использовании альтернативной энергии необходимо использовать накопитель энергии.

1 Обзор литературы

1.1 Альтернативная энергия

Под возобновляемыми (альтернативными) источниками энергии обычно считают ресурсы, которые невозможно исчерпать. Это является достаточно большим плюсом по сравнению с традиционными источниками энергии (нефть, газ, уголь). Так же при использовании данных источников энергии уменьшается загрязнение окружающего нас воздушного и водного пространства. На данный момент альтернативные источники энергии уже достаточно широко находят своё применение в большинстве стран. Они используются для решения проблем с энергоснабжением, как и в промышленных предприятиях, так и в частном секторе. Альтернативные источники питания ввиду своей доступности позволяют строить энергонезависимые дома с экологически чистой инфраструктурой в удаленных районах и решать проблемы энергоснабжения уже существующих объектов.

К числу возобновляемых источников энергии обычно относят [2]:

- солнечную энергию;
- энергию ветра;
- гидравлическую энергию воды;
- энергию морских течений, волн, приливов, температурного градиента морской воды;
- разности температур между воздушной массой и океаном;
- геотермальные источники;
- биомассу животного, растительного и бытового происхождения (биотопливо).

Наиболее широкое распространение получили солнечная энергия и энергия ветра.

1.1.1 Солнечная энергия

Одним из наиболее перспективным и активно развиваемым направлением возобновляемой энергетики является преобразование солнечной энергии в электрическую. Несомненным плюсом солнечной энергии является её достаточно широкая доступность, а также она обладает практически безграничными ресурсами. Стоит отметить про её экологичность, при ее фотоэлектрическом преобразовании не происходит загрязнения окружающей среды. Основные способы получения электричества и тепла из солнечного излучения:

- получение электроэнергии с помощью фотоэлементов;
- преобразование солнечной энергии в электричество с помощью тепловых машин;
- гелиотермальная энергетика;
- термовоздушные электростанции (преобразование солнечной энергии в энергию воздушного потока, направляемого на турбогенератор);
- солнечные аэростатные электростанции (генерация водяного пара внутри баллона аэростата за счет нагрева солнечным излучением поверхности аэростата, покрытой селективно-поглощающим покрытием).

Для прямого преобразования солнечной энергии в электрическую используется явление фотоэффекта в солнечных элементах (СЭ) на основе структуры с *p-n*-переходом. На сегодняшний день максимальная эффективность некоторых типов полупроводниковых СЭ составляет более 35 % [3]. Зачастую необходимо использовать более одного солнечного элемента. Это объясняется тем, что один такой элемент генерирует достаточно небольшую по величине мощность, которой недостаточно для выполнения необходимой задачи. Для решения данной проблемы элементы объединяют последовательно между собой в модули и последовательно-параллельным способом в батареи. Существуют различные виды солнечных элементов. Наиболее широко распространены кристаллические фотоэлектрические преобразователи,

изготовленные из моно- или мультикристаллического кремния, а также тонкопленочные СЭ на основе аморфного кремния, теллурида кадмия, арсенида галлия, фосфида индия и некоторых других соединений. Большая часть, порядка 75-80%, солнечных фотоэлементов, которые производятся на сегодняшний день, сделаны на основе кристаллического кремния [4]. Одним из наиболее многообещающим направлением в развитии солнечной энергетики является разработка солнечных батарей из органических материалов. Данный способ обладает следующими достоинствами: технологичность, экологическая безопасность, дешевая утилизация, достаточно низкая стоимость производства. Основными минусами таких солнечных батарей является низкий КПД (около 5–10 %) и проблема стабильности свойств органических материалов. Солнечные батареи обладают следующими недостатками: довольно низкий КПД работы (в первых солнечных батареях он был достаточно малый, теперь со временем он значительно подрос, учитывая, что дальнейшее развитие и увеличение КПД происходит до сих пор возможно скоро данный пункт перестанет относиться к недостаткам), не генерирует электроэнергию в тёмное время суток, неэффективны при использовании в пасмурную погоду. Но несмотря на все свои недостатки данный тип источника энергии употребляется повсеместно из-за неограниченности солнечного ресурса и всё больше вытесняет другие источники энергии из использования.

1.1.2 Энергия ветра

Ветровые электростанции применяются повсеместно в тех районах, где наблюдается достаточно большая средняя скорость ветра, а также где величина солнечной радиации относительно небольшая, поэтому применение ветрогенераторов более целесообразно по сравнению с солнечными батареями. Преимуществом данного вида источника энергии это отсутствие выбросов углекислого газа и прочих парниковых газов при генерировании электроэнергии. Недостатками данного вида энергии являются относительная дороговизна,

необходимость изучения поведения ветра в конкретной области, необходимость затрат для транспортировки электроэнергии ввиду того, что зачастую жилые поселения находятся на каком-то определённом расстоянии от ветрогенераторов, создаваемые ветровой электростанцией шумы вносят определенный дискомфорт для людей, проживающих возле ветряков, отпугивают животных и данные лопасти служат причиной гибели птиц [5].

1.2 Виды солнечных батарей

В зависимости от того, каким образом организованы атомы кремния в кристалле солнечного элемента, солнечные батареи делятся на виды [6]:

- Монокристаллические
- Поликристаллические
- Аморфные

1) Монокристаллические кремниевые пластины, которые используются на данный момент времени, обладают равномерным темно-синим цветом по всей поверхности. Для того, чтобы произвести данный тип солнечных батарей, необходимо использовать кремний с наименьшим количеством примесей. Ввиду того что используется наиболее чистый кремний, данный тип фотоэлементов обладает самой дорогой ценой. При этом у данных пластин наибольший КПД. Для наиболее эффективной работы данного типа батарей необходимо использовать датчик слежения за солнцем, который автоматически поворачивал бы их в зависимости от положения Солнца на небосводе, чтобы плоскость панелей была максимально перпендикулярна солнечным лучам [7].

Преимущества монокристаллических солнечных батарей [8]:

- Относительно высокий КПД для солнечных батарей (17-25%);
- Компактность – меньшая площадь размещения оборудования из расчета на единицу мощности, в сравнении с поликристаллическими кремниевыми панелями;
- Долгий срок службы, генерирует электроэнергию до 25 лет.

Недостатки монокристаллических солнечных батарей [8]:

- Высокая стоимость, из-за этого долгая окупаемость;
- Чувствительность к загрязнению - из-за рассеивания пылью света падает КПД.

2) Поликристаллические кремниевые панели имеют неравномерный по интенсивности синий окрас из-за разносторонней ориентированности кристаллов. Из-за разнонаправленности кристаллов обладают достаточно высоким КПД при рассеянном свете порядка 13-19%. Конечно данное значение КПД ниже чем у монокристаллических панелей, но главной особенностью данного вида панелей является относительно эффективная работа при пасмурной погоде. Ещё одним положительным фактором по применению данных панелей является то, что они не требуют, чтобы солнце на них светило под прямым углом. Благодаря данной особенности поликристаллические панели довольно часто размещаются на крышах домов и промышленных зданий [7].

Преимущества поликристаллических солнечных батарей [8]:

- Высокая эффективность в условиях рассеянного света;
- Меньшая стоимость по сравнению с монокристаллическими панелями;
- Возможность стационарного монтажа на крышах зданий;
- Длительность эксплуатации – падение эффективности через 20 лет эксплуатации составляет всего 15-20%.

Недостатки поликристаллических солнечных батарей [8]:

- Меньший КПД по сравнению с монокристаллическими;
- Относительная громоздкость – требуется больше пространства для установки из расчета на единицу мощности в сравнении с монокристаллическими аналогами.

3) Механизм производства солнечных панелей из аморфного кремния принципиально отличается от изготовления кристаллических фотоэлектрических элементов. Здесь используется не чистый неметалл, а его

гидрид, горячие пары которого осаждаются на подложку. На данный момент существует уже три поколения панелей из аморфного кремния, в каждом из которых заметно повышается КПД. Если первые фотоэлектрические модули имели эффективность 4-5%, то сейчас на рынке массово продаются модели второго поколения с КПД 8-9%. Физико-химическая структура аморфного кремния позволяет максимально поглощать фотоны слабого рассеянного света для генерации электроэнергии. Поэтому такие панели удобны для применения в северных районах с большими свободными площадями [7].

Преимущества аморфных солнечных батарей [8]:

- Универсальность – возможность изготовления гибких и тонких панелей, монтаж батарей на любые архитектурные формы;
- Стабильная работа при высоких температурах;
- Высокий КПД при рассеянном свете;
- Сохранение работоспособности в сложных условиях – меньшее падение производительности при запыленности поверхности, чем у кристаллических аналогов.

Недостатки аморфных солнечных батарей [8]:

- Потребность в больших площадях для обеспечения необходимой мощности.

Учитывая преимущества и недостатки солнечных батарей каждого типа выбор пал на монокристаллические солнечные батареи ввиду их большего КПД по сравнению с поликристаллическими и относительно долгому сроку службы. Аморфные солнечные батареи не были выбраны ввиду более низкого КПД и их громоздкости по сравнению с монокристаллическими.

Соединение солнечных панелей

Существует три различных возможных соединения солнечных панелей друг с другом: последовательное, параллельное, последовательно-параллельное. Последовательное соединение применяется тогда, когда необходимо увеличить величину напряжения, но при этом не происходит изменения по мощности. Параллельное соединение наоборот используется, когда нужно увеличить

величину выходной мощности, не изменяя при этом величину выходного напряжения. Особым случаем является использование последовательно-параллельного соединения. В данном случае происходит увеличение и по выходной мощности, и по величине выходного напряжения. Данная система находит своё применение в мощных солнечных массивах.

1.3 Актуальность использования альтернативной энергии для данного датчика

Данный датчик является маломощным, поэтому для питания такого датчика достаточно обычной пальчиковой батарейки. Именно из-за небольшой мощности потребления данный датчик можно сделать достаточно автономным. Если использовать обычные литий-ионные батареи полной автономии не будет, рано или поздно батарея, питающая данный датчик, разрядится и для продолжения дальнейшей работы её нужно будет заменить. За время, которое датчик не будет работать, можно пропустить важные данные, да и заменить батарею не всегда можно осуществить достаточно просто, особенно если беспроводной сенсорный датчик расположен в труднодоступном месте, поэтому для автономной работы такого датчика необходимо использовать энергию, которую можно получить из окружающей среды. В качестве такой энергии можно использовать солнечную энергию. Для этого необходимо использовать солнечную панель. Именно она будет собирать солнечную энергию и преобразовывать её в электрическую. При правильном подборе необходимых элементов (солнечной батареи, накопителя электроэнергии) данная система способна работать достаточно продолжительное время – в идеале до выхода из строя элементов данной системы.

1.4 Накопители электроэнергии

В настоящее время происходит достаточное бурное развитие, как и самой электроники так и электрических устройств. Работа различных портативных устройств (ноутбуки, телефоны) не возможна без накопителей электроэнергии. Так же накопители электроэнергии используются повсеместно в случае если пропадёт электричество и возникнут проблемы с питанием. Роль накопителей в современных жизненных реалиях достаточно высока и в будущем будет только увеличиваться ввиду необходимости использования портативных устройств. По виду преобразования электрической энергии бывают электрохимические и механические накопители. В данной работе будут рассматриваться только электрохимические накопители электроэнергии ввиду их использования в бытовых условиях, всё-таки механические накопители обладают достаточно большими габаритами и требуют специальных условий для своей эксплуатации. Различают следующие виды электрохимических накопителей:

- свинцово-кислотные;
- никель-кадмиевые;
- натрий-серные;
- литий ионные;
- ионисторы.

Здесь представлены электрохимические накопители, которые получили наибольшую популярность в использовании, но помимо данных накопителей существует некое множество других. Ниже будут рассмотрены данные электрохимические накопители с их преимуществами и недостатками, а также областями применения.

Свинцово-кислотные аккумуляторы

Данный тип аккумуляторов является одним из самых распространенных так как обладает достаточно дешёвой стоимостью, его технология производства уже хорошо проверена временем и относительно эффективна. В свинцово-

кислотных аккумуляторных батареях электролитом является раствор серной кислоты, активным веществом положительных пластин – двуокись свинца PbO_2 , отрицательных пластин – губчатый свинец Pb .

Свинцово-кислотным аккумуляторам свойственны следующие недостатки: небольшая энергоемкость (10–30 Вт·ч/кг), довольно малое количество циклов перезаряда, низкая допустимая глубина разряда. Стоит так же отметить, что свинец достаточно токсичный металл и наносит окружающей среде достаточно большой вред, поэтому вторичная переработка данного вида аккумуляторов достаточно актуальна.

Очевидно, со временем, характеристики свинцово-кислотных аккумуляторов были улучшены. Были получены аккумуляторы, у которых порядка 3000 циклов перезаряда при глубине разряда 50 % [9]. Но в таком случае недостатком выступает достаточно большая стоимость на такие аккумуляторы.

Никель-кадмиевые аккумуляторы

Никель-кадмиевые аккумуляторы используются уже довольно таки длительный срок. Принцип работы данного типа аккумуляторов построен на формировании гидроокиси кадмия на аноде и гидроокиси никеля – на катоде. Энергоемкость никель-кадмиевых аккумуляторов превышает в два раза аналогичный показатель у свинцово-кислотных аккумуляторов. Ещё одним из преимуществ является возможность работы при низких температурах. Так же ещё можно отметить, что данный тип аккумуляторов обладает достаточно большими величинами токов заряда и разряда; ещё одним свойством является возможность хранения в полностью разряженном состоянии. Благодаря этим преимуществам данные аккумуляторы широко применяются там, где необходимы достаточно большие токи потребления в транспорте, в авиации и в стационарных системах. Главным недостатком никель-кадмиевого аккумулятора является эффект памяти. Суть данного эффекта заключается в следующем: если поставить заряжаться не полностью разряженный аккумулятор, то при следующих использованиях он будет разряжаться только до

уровня, при котором его поставили на зарядку. Следовательно, при эксплуатации желательно полностью разряжать данный аккумулятор.

Натрий-серные аккумуляторы

Энергоемкость натрий-серных аккумуляторов в теории может быть равна 925 Вт·ч/кг, однако на практике были получены гораздо меньшие цифры, 100–150 Вт·ч/кг. Использование керамического электролита позволяет работать данному аккумулятору при достаточно высоких температурах (290–360 °С).

На сегодняшний день на практике были получены натрий-серные аккумуляторы, которые обладают 2000 – 4000 циклами перезаряда при этом глубина разряда достигает 80-90 %. Наибольших успехов в разработке и производстве высокотемпературных аккумуляторов достигла японская компания NGK Insulators LTD [9]. Достаточно большим недостатком данного типа аккумулятора является его неспособность хранить запасенную энергию в течение длительного времени. Это происходит ввиду того, что вся энергия будет израсходована для поддержания рабочей температуры электролитов. Однако натрий-серные аккумуляторы оказались востребованы для регулирования графиков выдачи мощности и поддержания частоты переменного тока в крупных сетях Японии и США, как для возобновляемой, так и централизованной энергетики. Несомненным плюсом натрий-серных аккумуляторов является отсутствие дорогих материалов в своей структуре. Из-за этого стоимость запасенной энергии данных аккумуляторов находится на уровне свинцово-кислотных аккумуляторов.

Литий-ионные аккумуляторы.

Данный тип аккумуляторов обладает достаточно высокой энергоемкостью, глубоким циклом перезаряда (70–80 %), так же отсутствует эффект памяти. Стоимость данного вида аккумуляторов, а также количество циклов перезаряда во многом зависят от используемых материалов, применяемых на катоде и аноде, а также от температуры и режимов эксплуатации. Изначально данный вид аккумуляторов использовался достаточно редко, ввиду своей взрывоопасности. Вероятность короткого замыкания и

взрыва ограничивала применение литий-ионных аккумуляторов большого размера – например, в масштабах, необходимых для питания электротранспорта или применения в качестве сетевых накопителей энергии, где нужны тысячи киловатт-часов энергии. Новое поколение данных аккумуляторных батарей, использующих ферро-фосфат лития (LiFePO_4) в качестве катодного материала появилось лишь в 2003 году [9]. Ферро-фосфат лития оказался очень удачным материалом для использования в аккумуляторах. Он способен отдать практически весь накопленный литий, оставаясь устойчивым. При этом сохраняется главное свойство литий-ионных аккумуляторов – большая удельная емкость.

Ионисторы

Ионистор представляет собой импульсное электрохимическое устройство, предназначенное для компенсации быстрых переходных процессов в различных электрических схемах. От аккумуляторов различных типов он отличается существенно меньшей энергоемкостью (единицы Вт·ч/кг) и повышенной удельной мощностью (2–10 кВт/кг). Процесс запасания энергии в ионисторах осуществляется за счет разделения заряда на двух электродах с достаточно большой разностью потенциалов между ними. Так как химических превращений веществ в процессе работы ионистора не происходит (если не допускать превышения зарядных напряжений), ресурс системы достаточно велик и может превышать 100 000 циклов заряда разряда. Учитывая вышеупомянутые особенности ионисторов, целесообразно их использование в гибридных схемах с аккумуляторами. В этом случае ионистор реагирует на короткие пики генерации или потребления электроэнергии, увеличивая ресурс аккумулятора и снижая время отклика всей системы на внешние воздействия.

В основном в качестве накопителя электроэнергии для мобильных устройств используется литий ионные аккумуляторы. Они обладают рядом преимуществ: большая плотность энергии, отсутствие эффекта памяти, способность работать в относительно низких температурах. Данный тип

накопителя можно было бы использовать и в данной работе, но в качестве накопителя было решено выбрать ионистор.

Ионисторы имеют определенные преимущества при использовании их в системах возобновляемых источников энергии. Некоторые из этих преимуществ перечислены ниже [10]:

- *отсутствие обслуживания*: в отличие от аккумулятора, ионисторы теоретически не требуют обслуживания. Это значительно снижает стоимость системы с течением времени и позволяет размещать накопительную систему в местах, непрактичных для систем химических батарей.

- *долговечность*: поскольку ионисторы накапливают заряд физически, а не химически, цикл разряда-заряда практически не влияет на их емкость и долговечность. Двадцатилетний срок службы легко достигается благодаря правильному подбору материалов и контролю рабочих параметров.

- *экологически безвредны*: ионисторы не содержат токсичные материалы и, таким образом, не представляют угрозы для окружающей среды при производстве, транспортировке или утилизации. Они не представляют угрозы взрыва.

- *высокая скорость разряда*: ионисторы могут разряжаться с очень высокой скоростью без повреждения. Высокие показатели, однако, снижают энергопотребление устройства.

Несмотря на то что накопительная ёмкость ионистора меньше чем у литий-ионной батареи, цикл перезаряда и, следовательно, срок службы у ионисторов значительно выше, что является достаточно весомым фактором для автономного датчика питания.

1.5 Беспроводной сенсорный датчик AG-1400

В ходе исследования были использованы 4 беспроводных мультисенсорных датчика и USB-координатор, необходимый для связи с этими

датчиками. Передача измеряемых датчиками параметров микроклимата в компьютер происходит по схеме, представленной на Рисунок 1[11]



Рисунок 1 – Схема связи компьютера с датчиками

Из рисунка 1 видно, что датчики AG-1400 связываются с координатором при помощи беспроводных линий связи. После координатор передаёт данные с датчиков на компьютер по USB кабелю. Для просмотра данных с датчиков на компьютере должна быть запущена программа «Климат-монитор». [11]

Условия эксплуатации датчика AG-1400 [1]:

- Температура окружающей среды от -20 до 60 градусов по Цельсию;
- Относительная влажность до 98%;
- Атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.).

Данные датчики способны работать в двух режимах измерений:

- 1) нормальный режим функционирования – передача данных раз в две минуты;
- 2) сервисный режим функционирования – передача данных раз в секунду.

Для перевода данного датчика в сервисный режим работы необходимо нажать кнопку на датчике, после через несколько секунд работы в сервисном режиме работы датчик переходит в нормальный режим функционирования [11]. Поэтому за основу примем работу датчика в нормальном режиме функционирования.

При помощи программы «Климат-монитор» можно фиксировать величины и смотреть графики изменения не только величин температуры, влажности, освещённости, но и напряжения на батарее. Полученные данные достаточно просто выводятся в Excel.

Так же можно установить диапазоны для нормальных значений работы в помещении

Верхняя аварийная граница	200
Верхняя предупредительная граница	150
Нижняя предупредительная граница	50
Нижняя аварийная граница	0
"Мертвая зона"	
Максимальная скорость изменения	

Рисунок 2 – Окно для установления величин, превышающих нормальный диапазон работы

При отклонении освещенности (в данном случае) от нормальных значений будет выводиться специальное предупреждение.

1.6 Преобразователи постоянного напряжения

Основной задачей преобразователей постоянного напряжения является преобразование постоянного тока для одной величины постоянного напряжения в постоянный ток другого по величине постоянного напряжения. Существуют три базовые схемы ППН: повышающий, понижающий, инвертирующий. Каждый ППН в своей структуре содержит дроссель, фильтрующий конденсатор, диод и ключевой элемент. В качестве ключевого элемента используется либо MOSFET, либо IGBT транзисторы, какой ключ предпочтительней использовать зависит от параметров работы схемы.

Повышающий ППН

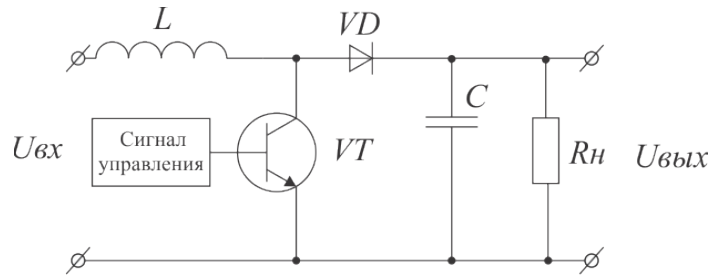


Рисунок 3 – Схема повышающего ППН

При включении транзистора (формирования импульса управления) к дросселю прикладывается напряжение равное $U_{вх}$ из-за того, что идеальный транзистор в открытом состоянии представляет собой короткую. В свою очередь ток дросселя увеличивается и путь протекания тока замыкается через транзистор ($E \rightarrow L \rightarrow VT \rightarrow -E$). Напряжение на диоде равняется напряжению на нагрузке, соответственно диод закрыт. В установившемся режиме конденсатор разряжается через сопротивление нагрузки.

При $t = t_{и}$ транзистор закрывается и ток начинает протекать через диод, то есть диод открывается. Дроссель меняет свою полярность на противоположную и начинает отдавать запасённую ранее энергию. Модуль напряжения на дросселе будет равняться:

$$|U_L| = U_{н} - E \quad (1)$$

Т.к. данная схема работает в установившемся режиме то средний ток дросселя должен быть постоянен т.е. площади роста и спада тока должны быть равны. Из этого следует:

$$E \cdot t_{и} + (E - U_{н}) \cdot (T - t_{и}) = 0 \Rightarrow E \cdot t_{и} + E \cdot (T - t_{и}) - U_{н} \cdot (T - t_{и}) = 0$$

$$E \cdot T = U_{н} \cdot (T - t_{и}) \Rightarrow U_{н} = \frac{E \cdot T}{T - t_{и}} = E \cdot \left(\frac{1}{1 - \gamma} \right), \text{ где } \gamma = \frac{t_{и}}{T}$$

Из расчётов выше видно, что коэффициент усиления по напряжению зависит от скважности, чем она больше, тем больше коэффициент усиления.

Так же стоит отметить, что для управления зачастую используется широтно-импульсная модуляция (ШИМ), т.е. значение периода постоянное, а изменяется только длительность управляющего импульса.

Понижающий ППН

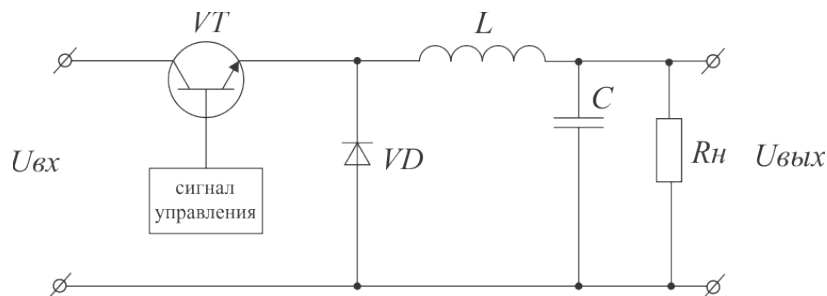


Рисунок 4 – Схема понижающего ППН

Принцип работы аналогичный, на транзистор подаётся управляющий сигнал, в этот момент транзистор закрыт, к диоду прикладывается входное напряжение. Напряжение на дросселе при открытом ключе равно:

$$U_L^+ = U_{\text{дио́да}} - U_{\text{н}} = E - U_{\text{н}} \quad (2)$$

В это время дроссель запасает энергию т.е. ток дросселя возрастает. В момент времени, когда ключ закрывается, полярность напряжения на дросселе скачком меняется, дроссель начинает отдавать запасённую энергию, ток дросселя протекает в том же направлении, но при этом начинает уменьшаться. Т.к. ключ закрыт, ток дросселя начинает протекать через диод, следовательно, диод представляет собой коротку, отсюда напряжение на катушке равно:

$$U_L^- = U_{\text{н}} \quad (3)$$

При помощи баланса вольт-секунд можно найти зависимость коэффициента передачи от коэффициента заполнения управляющего импульса:

$$K_U = \gamma \quad (4)$$

Из этого выражения видно, что напряжение на выходе всегда будет меньше входного, т.к. режим когда $\gamma = 1$ является запрещённым.

Инвертирующий ППН

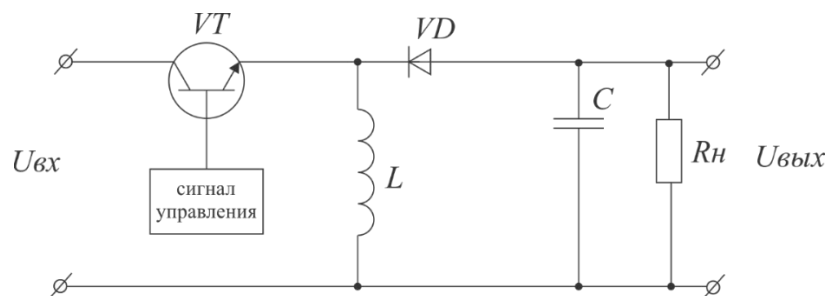


Рисунок 5 – Схема инвертирующего ППН

Ещё одной из базовых схем является инвертирующий ППН. Его отличительными способностями является обратное по знаку величина напряжения на нагрузке, так же у это схемы коэффициент передачи может быть, как меньше 1, так и больше. Выражение для нахождения коэффициента передачи:

$$|K_U| = \frac{\gamma}{1 - \gamma} \quad (5)$$

На данный момент исполнение ППН на отдельных элементах находит применение в силовой электронике, т.к. там протекают достаточно большие токи, чего не будет в данной работе. Поэтому для подобных решений используются готовые микросхемные решения.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для анализа конкурентоспособности, ресурсоэффективности и расчёта бюджета проводимой разработки. Настоящая работа проводится в лаборатории 241 16в корпуса ТПУ и предполагает исследование эффективности способа решения поставленной инженерной задачи, а именно – применения альтернативной энергии для питания беспроводного датчика температуры и влажности. Оценка перспективности, планирование и формирование бюджета научного исследования позволяют анализировать его экономическую эффективность.

5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Объектом разработки является использование солнечных батарей для питания необходимого датчика. Потенциальными потребителями системы регулирования температуры могут выступать промышленные предприятия (производство продуктов питания, химических веществ), объекты жилищно-коммунальной сферы (котельные), лаборатории. Сегментирование рынка проводится по сфере использования и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Карта сегментирования

		Сфера использования		
		Промышленные предприятия	Объекты ЖКХ	Лаборатории
Размер организации	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			

■ - существует спрос; □ - спрос отсутствует.

Из карты сегментирования рынка видно, что данная разработка может использоваться в промышленных предприятиях различного размера, отличием будет только то, что для мелкого предприятия будет достаточно только одного образца, в случае с крупным предприятием необходимо использовать несколько таких датчиков. Для объектов ЖКХ и лабораторий мелкого и среднего размера использование данного датчика скорее не актуально, а для крупных вполне можно использовать.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для успешного внедрения разработки необходимо изучить преимущества и недостатки конкурирующих способов питания. В качестве таких конкурентов будут выступать сменные пальчиковые батареи. Основное внимание так же будет обращено на автономность использование для круглосуточного мониторинга, поэтому необходимо учитывать, что в дополнении к солнечным батареям будут использоваться накопители электроэнергии(ионисторы).

Обозначения:

СБ – солнечная батарея;

ЛИБ – литий ионная батарея.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных методов питания датчика

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		СБ	ЛИБ	Ксб	Клиб
1. Безопасность	0,2	4	3	0,8	0,6
2. Надёжность	0,1	3	4	0,3	0,4
3. Энергоэкономичность	0,2	5	3	1	0,6
4. Помехоустойчивость	0,1	4	4	0,4	0,4
5. Стоимость оборудования	0,2	3	4	0,6	0,8
6. Удобство эксплуатации	0,1	5	3	0,5	0,3
7. Требования к помещению	0,1	4	5	0,4	0,5
Итого	1			4	3,6

В таблице представлены основной конкурент и критерии оценки конкурентоспособности. Каждый показатель оценивается по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей определяются в соответствии с их значимостью. Со стоимостью оборудования не всё довольно однозначно, это во многом зависит от ареала использования, т.к. от этого зависит в какую цену обойдутся солнечные панели, но в любом случае начальные затраты для случая использования солнечной энергии будут выше, но ввиду долгого срока службы стоимость при использовании на протяжении нескольких лет скорее всего окажется ниже, чем если периодически менялись пальчиковые батареи. На рисунке 23 представлен многоугольник конкурентоспособности, по которому видно плюсы и минусы используемого метода с конкурентом.

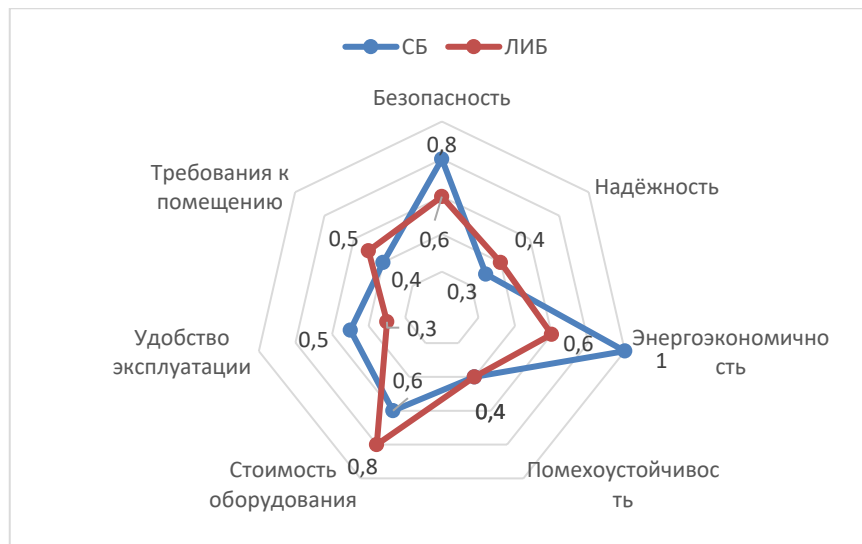


Рисунок 22 – Многоугольник конкурентоспособности

По рисунку видно, что по одному из самых важных параметров – энергоэкономичности солнечные батареи значительно лучше, чем литий ионные батареи.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT анализ – это метод оценки ситуации и будущих перспектив проекта, основная задача которого: определить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы со стороны внешней окружающей среды. На основании анализа делается вывод: правильно развивается проект, какие риски нужно предусмотреть, что следует делать, каковы перспективы проекта.

Таблица 3 – Матрица SWOT проекта

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>1. Большая энергоэкономичность.</p> <p>2. Автономность работы.</p> <p>3. Долгий срок эксплуатации данной системы.</p>	<p>1. Необходимость выбора используемых солнечных батарей и накопителей электроэнергии в зависимости от используемого региона.</p>

Продолжение таблицы 3

	4. Экологичность.	2. Зависимость от иностранного производителя элементной базы 3. Большой срок окупаемости. 4. Необходимость периодического обслуживания
Возможности 1. Увеличение КПД солнечных панелей. 2. Уменьшение стоимости производства. 3. Увеличение спроса на систему.	Более частое использование солнечной энергии в различных странах с каждым годом поможет данной системе занять свою рыночную нишу.	В перспективе использование солнечных батарей более выгодно чем периодически менять пальчиковые батарейки .
Угрозы 1. Появление нового вида аккумуляторных батарей (более дешёвых, экологичных, с длительным сроком эксплуатации) 2. Подорожание элементов вследствие экономической политики. 3. Большой срок транспортировки элементной базы. 4. Изменение в таможенной политике. 5. Использование других видов энергии	Ввиду достаточно большой энергоэкономичности (получаем энергию от Солнца) и длительного срока эксплуатации, политические изменения вряд ли сильно повлияют на использование солнечных батарей в повседневной жизни. Так же стоит отметить, что КПД солнечных батарей значительно вырос с момента их первого использования	Не смотря на относительную экологичность солнечных батарей кремний является далеко не самым безопасным элементом. Так же стоит отметить что многие способы получения энергии развиваются. Одним из наиболее перспективных (помимо солнечной энергии) так же является атомная энергия, которая получила бурное развитие за время своего использования.

Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны, как безопасность, автономность и энергоэкономичность прибора, так как именно эти сильные стороны проекта связаны с наибольшим количеством возможностей. Что касается слабых стороны, необходимо обратить внимание на улучшение технических параметров и на создании научной группы из квалифицированных работников. Работа над этими недостатками позволит повысить конкурентоспособность, уменьшить влияние внешних угроз на проект.

5.2 Планирование научно-технического исследования

5.2.1 Структура научно-технического исследования

При создании нового продукта предприятию необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, зарплату. А также оценивать наиболее правильный вариант изготовления рабочего продукта. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Таблица 4 – Перечень работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Постановка целей и задач, получение исходных данных	Научный руководитель, консультант
	2	Составление и утверждение ТЗ	Научный руководитель, консультант, студент

Продолжение таблицы 4

Теоретическая подготовка к выполнению работы	3	Подбор и изучение материалов по теме	Консультант, студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель, консультант, студент
Теоретическое исследование	5	Разработка структурной схемы	Студент
	6	Разработка принципиальной схемы	Консультант, студент
Практическая работа над проектом	7	Симулирование схемы	Студент
	8	Создание макета схемы	Студент
Практическая работа над проектом	9	Проведение экспериментальных исследований	Студент
	10	Анализ полученных результатов, вывод	Научный руководитель, консультант, студент
Оформление отчета по ВКР	11	Оформление расчетно-пояснительной записки	Студент
	12	Оформление материала	Студент

5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула [20]:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (18)$$

где $t_{ожі}$ – 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.

В данном дипломном проекте трудоемкость рассчитывается исходя из работ, которые выполняют студент, научный руководитель и консультант. Исходя из полученной трудоемкости рассчитывается продолжительность работ, на каждом этапе проектирования, по следующей формуле [20]:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (19)$$

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

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

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

5.2.3 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Для отображения этапов проектирования используется график сетевой, либо линейный. Для удобства построения графика необходимо каждый этап перевести в календарные дни. Рассчитывается по следующей формуле [20]:

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (20)$$

где T_{Ki} – продолжительность одной работы в календарных днях.

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по следующей формуле [20]:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (21)$$

где $T_{\text{кал}}$ – календарных дней году (366);

$T_{\text{вых}}$ – выходных дней в году (104);

$T_{\text{пр}}$ – праздничных дней в году (15).

$$k_{\text{кал}} = \frac{366}{366 - 104 - 15} = 1,48 \quad (22)$$

Полученные данные, которые были рассчитаны вышеуказанными формулами, заносятся в таблицу.

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	tmin, чел-дни	tmax, чел-дни	тож, чел-дни			
Постановка целей и задач, получение исходных данных	2	5	3,2	Руководитель, консультант	2	3
Составление и утверждение ТЗ	2	5	3,2	Руководитель, консультант, студент	1	2
Подбор и изучение материалов по теме	15	19	16,6	Консультант, студент	8	12
Календарное планирование работ по теме	1	3	1,8	Руководитель, консультант, студент	1	2
Разработка структурной схемы	2	6	3,6	Студент	4	6
Разработка принципиальной схемы	4	8	5,6	Консультант, студент	3	5
Симулирование схемы	6	10	7,6	Студент	8	12
Создание макета схемы	7	12	9	Студент	9	14

Продолжение таблицы 5

Проведение экспериментальных исследований	10	15	12	Студент	12	18
Анализ полученных результатов, вывод	6	10	7,6	Руководитель, консультант, студент	3	5
Оформление расчётно-пояснительной записки	3	6	4,2	Студент	4	6
Оформление материала	10	15	12	Студент	12	18

5.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ обеспечиваем полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета используем следующие группировки по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- амортизационные отчисления;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- накладные расходы.

5.3.1 Материальные затраты

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

- приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее);
- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;
- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i + N_{расxi}, \quad (23)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 6.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Микросхема ППН	шт.	1	240	276
Резисторы	шт.	2	6	13,8
Конденсаторы	шт.	2	7	16,1
Дроссель	шт.	1	14	16,1
Ионисторы	шт.	4	150	690
Солнечная батарея	шт.	2	240	552
Макетная плата	шт.	1	90	103,5
Монтажные провода	шт.	14	2	32,2
Припой с флюсом	шт.	1	140	161
Итого				1860,7

5.3.2 Амортизационные отчисления

Расчет амортизации ПК: первоначальная стоимость 40000 рублей; срок полезного использования составляет 2-3 года, берем 3 года; планируем использовать ПК для написания ВКР в течение 4 месяцев.

Норма амортизации:

$$A_n = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,33\% \quad (24)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_T = 40000 \cdot 0,33 = 13200 \text{ рублей} \quad (25)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_M = \frac{13200}{12} = 1100 \text{ рублей} \quad (26)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A_n = 1100 \cdot 4 = 4400 \text{ рублей} \quad (27)$$

5.3.3 Заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату [20]:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (28)$$

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 [20]:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (29)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 5);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле [20]:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (30)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года ($M=10,4$ месяца, 6-дневная рабочая неделя, при отпуске в 48 раб.дня);

F_0 – действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дн (таблица 7).

Таблица 7 – Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент	Консультант
Календарное число дней	366	366	366
Количество нерабочих дней – выходные дни - праздничные дни	119	119	119
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезням	30	30	30
Действительный годовой фонд рабочего времени	217	217	217

Месячный должностной оклад работника [20]:

$$Z_m = Z_{tc} (1 + k_{пр} + k_d) k_p, \quad (31)$$

где Z_{tc} - заработная плата по тарифной ставке, руб ();

$k_{пр}$ - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d - 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 Z_{tc});

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

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	Z_{tc} , руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб.дн	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	К.т.н.,доцент	19234,32	0,3	0,2	1,3	37506,92	1797,57	7	12582,97
Консультант	ст.преп ОЭИ	15384,32	0,3	0,2	1,3	29999,42	1437,76	18	25879,69
Студент	-	6276,7	0,3	0,2	1,3	12239,57	586,60	65	38128,78
Итого, руб									76591,44

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле [20]:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (32)$$

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

Тогда:

$$З_{\text{доп}} = 76591,44 \cdot 0,15 = 11488,72 \text{ руб}$$

5.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [20]:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (33)$$

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

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2%.

Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 9).

Таблица 9 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	12582,97	1887,45
Консультант	25879,69	3881,95
Студент	38128,78	5719,32
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого	26600,21	

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (Z_{\text{мат}} + Z_{\text{амор}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \quad (34)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.3.6 Формирование бюджета затрат

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основной для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку. Данные бюджета затрат НИИ приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Бюджет затрат

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1860,7	1,33
Затраты на амортизацию	4400	3,14
Затраты на основную заработную плату	76591,44	54,59
Затраты на дополнительную заработную плату	11488,72	8,19
Страховые взносы	26600,21	18,96
Накладные расходы	19350,57	13,79
Общий бюджет	140291,63	100

В данном разделе был выполнен анализ ресурсоэффективности и ресурсосбережения научно-исследовательской работы – автономной беспроводной датчик с использованием солнечных батарей. Потенциальными потребителями данной системы являются промышленные предприятия. Данная система является конкурентоспособной благодаря своим преимуществам: безопасность, автономность и энергоэкономичность. Были проанализированы слабые и сильные стороны работы, способы устранения их и использования для продвижения исследовательской работы. Был проведен прогноз внешних угроз и возможностей, учитывая которые можно повысить конкурентоспособность данного проекта. В данном разделе было произведено распределение обязанностей по научно-исследовательской работе и рассчитано время, необходимое для выполнения работы. Общая продолжительность работ составила 103 дня. Также был сформирован бюджет затрат НИИ, который составил 140291,63 руб., на зарплату приходится больший процент затрат, равный 62,78%.

6 Социальная ответственность

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку автономного источника питания для беспроводных датчиков (в данном случае датчик влажности и температуры). Автономность данного датчика заключается в том, что в качестве питания планируется использовать альтернативную энергию (солнечную энергию). Использование данного способа преобразования позволит оптимизировать энергопотребление датчиков, что приведёт к уменьшению количества используемых батарей или аккумуляторов. Для выполнения данной работы была использована следующая рабочая зона: учебная лаборатория 16в корпуса ТПУ, 241 аудитория. В данной аудитории располагаются рабочие компьютеры со специализированными программами, а также термовоздушная паяльная станция «LUKEY-937A».

Целью данного раздела работы является анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при использовании ЭВМ и паяльной станции, разработка мер защиты от повышенного уровня электромагнитных и ионизирующих излучений, оценка условий труда и микроклимата рабочей зоны. Также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда [21].

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства

Согласно Трудовому кодексу Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020), работник лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ имеет право на [22]:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;

- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

6.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Рабочее место в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же необходимо, чтобы рабочий стол был устойчивым, имел однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн,

исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место сотрудника лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78.

6.2 Производственная безопасность

До того, как собрать данное устройство на макетной плате с подпайкой необходимых элементов, принципиальную схему данного устройства необходимо просимулировать в Tina-TI. А это означает что необходимо использование электронной вычислительной машины (ЭВМ). Поэтому с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при работе с персональным компьютером, а также требования по организации рабочего места.

6.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [23]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы:

Таблица 11 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке источника питания

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Работа с ЭВМ	<p>1. Повышенный уровень шума на рабочем месте [24];</p> <p>2. Неудовлетворительный микроклимат [25];</p> <p>3. Повышенная напряженность электростатического поля [26].</p> <p>4. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [27];</p> <p>5. Повышенный уровень электромагнитных полей [28].</p>	<p>1. Поражение электрическим током.</p> <p>2. Пожаровзрывоопасность</p>	<p>СанПиН 2.2.1/2.1.1.127-8-03</p> <p>СанПиН 2.2.2.542-96</p> <p>СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p> <p>СанПиН 2.2.4.1191-03</p> <p>СП 5 2.13330.2011</p> <p>СанПиН 2.2.4.548-96</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562-96</p> <p>ГОСТ 30494-2011</p>
2) Термовоздушная паяльная станция	<p>6. Загазованность воздуха рабочей зоны парами вредных химических веществ [29].</p>	<p>3. Термическая опасность</p>	<p>ПОТ Р М 0.22-2002</p> <p>СанПиН 952-72</p>

6.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

При разработке источника питания беспроводного датчика в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ, основным источником потенциально вредных и опасных производственных факторов (ОВПФ) является ЭВМ, возможность поражения электрическим током, а также получение термического ожога при работе с термовоздушной паяльной станцией.

К основной документации, которая регламентирует вышеперечисленные вредные факторы относится СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы" и СанПиН 952-72 «Организация процессов пайки мелких изделий сплавами».

ЭВМ должны соответствовать требованиям настоящих санитарных правил и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [30].

Для организации работы с паяльным оборудованием, рабочее место следует оборудовать местными вытяжными устройствами и предоставить сотруднику рабочую одежду [29].

Электромагнитное излучение:

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП) в аудитории 241, 16в корпуса ТПУ, создаваемых ЭВМ, не должны превышать значений [28], представленных в таблице 12:

Таблица 12 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15кВ/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 12 соответствуют нормам [31].

Электробезопасность:

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации [32]. Электроснабжение кабинета осуществляется от подстанции закрытого типа, мощностью 400 кВ·А. Напряжение питания ЭВМ в данном кабинете 220 В, для серверного оборудования 380 В, промышленной частотой 50 Гц. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- проведение инструктажей и допуск к работе;
- надзор во время работы.

По опасности поражения электрическим током помещение в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ, согласно ПУЭ, относится к первому классу – помещения без повышенной опасности. Помещение сухое, хорошо отапливаемое, полы токонепроводящие, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%. Отсутствует токопроводящая пыль, и нет возможности одновременного прикосновения к имеющим соединение с землёй электрооборудованием [32].

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- 1) прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- 2) прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- 3) ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- 4) поражение шаговым напряжением.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ [27]. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности. Работа с электрооборудованием в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ, соответствует безопасным условиям труда, согласно правилам выполнения электроустановок. Все работники проинструктированы и имеют соответствующую квалификационную группу для допуска к работе с электроустановками.

Освещение:

В лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ имеется естественное (боковое двухстороннее) и искусственное освещение. Рабочие столы размещены таким образом, чтобы видеодисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения. В лаборатории 241, 16в корпуса, в случаях работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 - 500 лк [33]. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк [33].

Ввиду небольшого коэффициента пульсации в качестве источников света применяются светодиодные светильники или металлогалогенные лампы (используются в качестве местного освещения) [33].

Таблица 13 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения помещений жилых зданий [33]

Помещение	Рабочая поверхность и плоскость плоскости нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение		
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность рабочих поверхностей, лк	Показатель дискомфорта М, не более	Коэффициент пульсации $K_{п}$, %, не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении			
Кабинеты	Г-0,0	3,0	1,0	1,8	0,6	300	-	$\leq 5\%$ (работа с ЭВМ) $\leq 20\%$ (при работе с документацией)

Согласно [31] освещенность в лаборатории 241 16в корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Шум

Повышенный шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека, а именно, на органы слуха и на весь организм через центральную нервную систему. В результате этого ослабляется внимание,

ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе. При работе с ЭВМ в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 14 – Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест [24]

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни 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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно [31] уровень шума в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

Микроклимат

Для создания и автоматического поддержания в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ независимо от наружных условий оптимальных значений температуры, влажности, чистоты и скорости движения воздуха, в холодное

время года используется водяное отопление, в теплое время года применяется кондиционирование воздуха. Кондиционер представляет собой вентиляционную установку, которая с помощью приборов автоматического регулирования поддерживает в помещении заданные параметры воздушной среды.

Лаборатория 241, 16в корпуса ТПУ является помещением I б категории. Допустимые величины интенсивности теплового облучения работающих на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) [25]

Таблица 15 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Катег. работ по уровню энергозатрат	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относ. влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iб	21-23	20-24	40-60	0,1
Теплый	Iб	22-24	21-25	40-60	0,1

Таблица 16 – Допустимые величины интенсивности теплового облучения

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м ² , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

В аудитории проводится ежедневная влажная уборка и систематическое проветривание после каждого часа работы на ЭВМ.

Согласно [31] микроклимат лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Опасность термического поражения

Для исключения травм от взаимодействия с предметами с повышенной температурой во время работы с паяльной станцией необходимо соблюдать

«Межотраслевая типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником» [34]. Мероприятиями обязательными к выполнению являются:

1. К выполнению работ по пайке паяльником допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

2. Работники, выполняющие пайку паяльником, должны иметь II группу по электробезопасности.

3. В случае возникновения в процессе пайки паяльником каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, работник должен обратиться к своему непосредственному или вышестоящему руководителю.

4. Работники, занятые пайкой паяльником, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты.

Повышенная концентрация вредных веществ в воздухе

В процессе пайки при выплавке припоев и флюсов выделяются аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы металлов (марганца, хрома, никеля, железа, меди, титана, алюминия), а также токсичные газы (окись углерода, фтористые, хлористые, бромистые соединения, окислы азота). Согласно ГОСТ 12.1.005-88 эти вещества относятся к II и III классам опасностей [35]. Профилактические мероприятия, предупреждающие поступление вредных соединений в рабочую зону, заключаются в применении в помещении вытяжных вентиляционных систем как всего помещения в целом, так и непосредственно над местом пайки. В качестве средства индивидуальной защиты рекомендуется использовать респиратор.

6.3 Экологическая безопасность

В данном подразделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений.

6.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

Соединение электрических радиоэлементов в устройстве осуществляется при помощи припоя ПОС 61. Концентрация компонентов в припое составляет 61% олова и 38-39% свинца [36]. Как можно видеть, в состав припоя входят высокотоксичный металл – свинец. Поэтому все радиоэлектронные средства подлежат утилизации по соответствующим стандартам, предусмотренных в ГОСТах.

Согласно ГОСТ Р 55102-2012, утилизация электронного оборудования осуществляется по специально разработанной схеме [37]:

1) Сбор отработавшего электротехнического и электронного оборудования (ОЭЭО). Осуществляется в соответствии с общими требованиям безопасностью при обращении с отходами соответствующих составов и классов опасности.

2) Хранение ОЭЭО должно осуществляться в упаковках, позволяющих обеспечивать безопасность и неизменность свойств ОЭЭО при нормальных условиях.

3) Транспортирование ОЭЭО необходимо обеспечить условиям, позволяющим сохранить неизменность свойств ОЭЭО или обеспечение их изменения в пределах, допускаемых производителем для соответствующего этапа жизненного цикла ОЭЭО.

4) Разборка. Приоритетом разборки является обеспечение возможности повторного использования ОЭЭО для первоначальных и иных целей после дополнительной обработки.

5) Документирование обращения с ОЭЭО осуществляется в соответствии с назначением ОЭЭО и определяется целями последующего использования ОЭЭО (повторное использование, использование в качестве вторичных материальных и энергетических ресурсов и т.п.).

6.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду

В процессе исследования не было выявлено никакого негативного воздействия на окружающую среду, т.к. была использована только техническая литература в электронном варианте.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

6.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям"[38].

С точки зрения выполнения проекта характерны следующие виды ЧС:

1. Пожары, взрывы;
2. Внезапное обрушение зданий, сооружений;
3. Геофизические опасные явления (землетрясения);
4. Метеорологические и агрометеорологические опасные явления;

Так как для разработки источника питания были использованы ЭВМ и паяльная станция, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в лаборатории. В данной лаборатории применяется дорогостоящее оборудование, не горючие и не выделяющие дым кабели. Таким образом возникновение пожаров происходит из-за человеческого фактора, в частности, это несоблюдение правил пожарной безопасности. К примеру, замыкание электропроводки - в большинстве случаев тоже человеческий фактор. Соблюдение современных норм пожарной безопасности позволяет исключить возникновение пожара в серверной комнате.

- Согласно СП 5.13130.2009 предел огнестойкости серверной должен быть следующим: перегородки - не менее EI 45, стены и перекрытия - не менее REI 45. Т.е. в условиях пожара помещение должно оставаться герметичным в течение 45 минут, препятствуя дальнейшему распространению огня.

- Помещение серверной должно быть отдельным помещением, функционально не совмещенным с другими помещениями. К примеру, не допускается в помещении серверной организовывать мини-склад оборудования или канцелярских товаров.

- При разработке проекта серверной необходимо учесть, что автоматическая установка пожаротушения (АУПТ) должна быть обеспечена электропитанием по первой категории (п. 15.1 СП 5.13130.2009).

- Согласно СП 5.13130.2009 в системах воздуховодов общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования воздуха защищаемых помещений следует предусматривать автоматически закрывающиеся при обнаружении пожара воздушные затворы (заслонки или противопожарные клапаны).

6.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара в лаборатории 241, 16в корпуса ТПУ. Пожарная безопасность должна обеспечиваться системами предотвращения пожара и противопожарной защиты, в том числе организационно-техническими мероприятиями.

Основные источники возникновения пожара:

1) Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в т.ч. распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;

- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Лаборатория 241, 16в корпуса ТПУоснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 17 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 18 – Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В 16в корпусе ТПУ имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствие с планом эвакуации.

Заключение

В данной работе был разработан преобразователь напряжения для питания беспроводного датчика климата. Обычно такие датчики обладают достаточно небольшой потребляемой мощностью, что позволяет использовать наиболее популярный вид альтернативной энергии – солнечную энергию вместо традиционных. В качестве солнечной батареи были использованы две монокристаллические панели в параллельном соединении для того, чтобы увеличить выходной ток. Так как солнечные батареи не генерируют электрическую энергию в тёмное время суток необходимо использовать накопитель энергии. В качестве такого накопителя был использован ионистор ввиду большого циклов перезаряда и длительного срока службы, что достаточно важно так как при использовании такой системы питания можно добиться автономной работы такой системы вплоть до того времени, как сам датчик климата перестанет работать. Так же для согласования уровней напряжения данной системы и данного датчика необходимо использовать повышающий преобразователь постоянного напряжения. В данной разработке был использован такой преобразователь в виде микросхемы TPS610-97. Для моделирования была использована микросхема аналог TPS61220 и было произведено исследование работы данной микросхемы при различных входных напряжениях и выходных токах. Завершением данной работы стало выполнение данного преобразователя напряжения на макетной плате и проведение опытов по его работе. По итогам данной работы можно сказать, что данный преобразователь справляется со своей главной задачей – оптимизация потребления микромощных датчиков за счёт использования альтернативной энергии.

Список литературы

1. Датчик измерения климатических параметров [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.injeron.ru/files/Devices/Passports/Pass%201400%20v2.pdf> (дата обращения: 14.10.2019).
2. Дмитренко В. П., Мессинева Е. М., Фетисов А. Г. Управление экологической безопасностью в техносфере: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2016. — 428 с.: ил. (+ вклейка, 8 с.). — (Учебники для вузов. Специальная литература).
3. Ермолаева Н.В., Смолин А.Ю., Литвин Н.В. Фотопреобразователи солнечной энергии: Учебное пособие. – М.: НИЯУ МИФИ, 2013. 228 с.
4. Гременок В.Ф., Тиванов М.С., Залесский В.Б. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов. Минск: БГУ, 2007.
5. Достоинства и недостатки ветрогенераторов [Электронный ресурс]/ URL:<http://green-dom.info/3-альтернативная-энергетика/ветрогенераторы/dostoinstva-i-nedostatki-vetrogeneratorov/> (дата обращения: 18.04.2020).
6. Солнечные батареи. Виды и устройство [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://electrosam.ru/glavnaja/jelektrooborudovanie/jelektropitanie/solnechnye-batarei/> (дата обращения: 12.10.2019).
7. Виды солнечных батарей: сравнительный обзор конструкций [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://sovet-ingenera.com/eco-energy/sun/vidy-solnechnyx-batarej.html#i-5> (дата обращения: 12.10.2019).
8. Типы и особенности солнечных батарей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.facepla.net/the-news/energy-news-mnu/2158-home-solar.html> (дата обращения: 12.10.2019).
9. Ionuț Ciocan, Cristian Fărcaș, Alin Grama 2016 IEEE 22nd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME) // IEEE.

2016. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7777270> (дата обращения: 10.04.2020)

10. Основные типы накопителей [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mig-energo.ru/kineticheskie-nakopiteli-energii/osnovnye-tipy-nakopitelej/> (дата обращения: 6.05.2020)

11. Руководство к использованию датчика AG-1400

12. Yang H., Zhang Y. 2012 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC) // IEEE. 2012. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6167570> (дата обращения: 05.01.2020).

13. Повышающий ППН с низким током потребления TPS61220: техническая документация [Электронный ресурс]/ URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61220.pdf?ts=1587825897575>

14. Керамический конденсатор 0603 X5R, технические параметры [Электронный ресурс]/ URL: <https://www.chipdip.ru/product/grm188r61e106m>

15. Резисторы. Справочник. Под ред. И. И. Четвертакова и В. М. Терехова. – М.: Радио и связь, 1991. – 528 с.:ил.

16. Дроссель типа MLP2016, параметры [Электронный ресурс]/ URL: https://product.tdk.com/info/en/catalog/datasheets/inductor_commercial_power_mlp2016_en.pdf

17. Суперконденсатор BCAP0010 P300 X11: техническая документация [Электронный ресурс]/ URL: https://ru.mouser.com/datasheet/2/231/lelon_01142019_18-7-4_LELON_EDLC-SVLT_5.5V_Series_-1522334.pdf

18. Высокоэффективный выпрямительный диод Шоттки VS-10BQ015PbF техническая документация [Электронный ресурс]/ URL: <https://ru.mouser.com/datasheet/2/427/vs-10bq015m-1109702.pdf>

19. Повышающий ППН с низким током потребления TPS61097: техническая документация [Электронный ресурс]/ URL: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/tps61097-33.pdf?ts=1587891745187>

20. Видяев И.Г. Учебно-методическое пособие по разработке раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» /Сост. И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 36 с.

21. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 24 с.

22. Трудовой кодекс Российской Федерации N 197-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // [Электронный ресурс]. – 2001. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/. (Дата обращения 11.05.2020)

23. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Стандартинформ, 2015.

24. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. – М.: Стандартинформ, 1996.

25. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату у производственных помещений. – М.: Стандартинформ, 1996.

26. ГОСТ 12.1.045-84 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля – М.: Стандартинформ, 2006.

27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: Стандартинформ, 2003.

28. СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях». – М.: Стандартинформ, 2003.

29. СанПиН 952-72 «Организация процессов пайки мелких изделий сплавами». – М.: Стандартиформ, 1972.
30. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: Стандартиформ, 2003.
31. Специальная оценка условий труда в ТПУ. 2018.
32. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Глава 1.7 Заземление и защитные меры электробезопасности (Издание седьмое) – М.: Стандартиформ, 2002.
33. СНиП 23-05-2010 Естественное и искусственное освещение – М.: Стандартиформ, 2011.
34. Межотраслевой типовая инструкция по охране труда для работников, занятых пайкой и лужением изделий паяльником.
35. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
36. Сайт «ЧИП И ДИП»»: [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.chipdip.ru/product0/9000195065>. (Дата обращения 12.05.2020)
37. ГОСТ Р 55102-2012 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутисодержащих устройств и приборов. – М.: Стандартиформ, 2013.
38. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. – М.: Стандартиформ, 2016.

