

Школа: ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки: 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
 Отделение школы (НОЦ): Отделение информационных технологий

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка мобильной системы автономного энергоснабжения

УДК 004.451:621.31.031-042.65

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8B41	Лондаренко Андрей Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Мальчуков А.Н.	к.т.н., Доцент		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОИТ ИШИТР	Цыганков Ю.В.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Криницына З.В.	к.т.н., Доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
09.03.01 Информатика и ВТ	Погребной А. В.	к.т.н., Доцент		

**ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПО ОСНОВНОЙ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ
БАКАЛАВРОВ**

**09.03.01 «ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА»,
НИ ТПУ,**

**ПРОФИЛЬ «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, КОМПЛЕКСЫ,
СИСТЕМЫ И СЕТИ»**

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные и математические знания в области информатики и вычислительной техники, достаточные для комплексной инженерной деятельности.
P2	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий и решения инженерных задач.
P3	Ставить и решать задачи комплексного анализа, связанные с созданием аппаратно-программных средств информационных и автоматизированных систем, с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей.
P4	Разрабатывать программные и аппаратные средства (системы, устройства, блоки, программы, базы данных и т.п.) в соответствии с техническим заданием и с использованием средств автоматизации проектирования.
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования, включающие поиск и изучение необходимой научно-технической информации, математическое моделирование, проведение эксперимента, анализ и интерпретация полученных данных, в области создания аппаратных и программных средств информационных и автоматизированных систем.
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные программно-аппаратные комплексы, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья, безопасность труда, выполнять требования по защите окружающей среды.
<i>Универсальные компетенции</i>	

P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности.
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности.
P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P10	Демонстрировать знания правовых, социальных, экономических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности.
P11	Демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течении всей жизни и непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии.

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

Школа ИШИТР Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
Отделение школы (НОЦ) Отделение информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврская работа

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8B41	Лондаренко Андрей Александрович

Тема работы:

Разработка мобильной системы автономного энергоснабжения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	3732/с от 14.05.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	1.06.2019
--	-----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе:	Материалы преддипломной практики: - расчёт потребления энергии тремя людьми; - техническое задание на разработку системы; - постановка задач для проведения исследования.
---------------------------	--

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Аналитический обзор; 2. Разработка энергетического комплекса; 3. Разработка устройства автоматического управления солнечными панелями; 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 5. Социальная ответственность.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	Принципиальная схема устройства управления с датчиками освещения
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Основная часть	Цыганков Ю.В.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына З.В.
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.02.2019 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИТ ИШИТР	Мальчуков А.Н.	к.т.н., Доцент		
Ассистент ОИТ ИШИТР	Цыганков Ю.В.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8В41	Лондаренко Андрей Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
38B41	Лондаренко Андрей Александрович

Школа	ИШИТР: инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01. Информатика и вычислительная техника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов определялась по средней стоимости по г. Томску. Оклады в соответствии с окладами сотрудников «НИ ТПУ».
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Тариф на электроэнергию – 2,39 руб./кВт·ч;
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность вводится пониженная ставка – 27,1%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- Методы коммерциализации результатов инженерных решений;
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	- Определение трудоемкости выполнения работ; - Расчет материальных затрат НИИ; - Основная и дополнительная зарплата исполнителей темы; - Отчисления во внебюджетные фонды; - Накладные расходы; - Контрагентные расходы; - Проведение анализа безубыточности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График Ганта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Криницына Зоя Васильевна	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
38B41	Лондаренко Андрей Александрович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
38B41	Лондаренко Андрей Александрович

Школа	ИШИТР: инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение школы (НОЦ)	Информационных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	09.03.01. Информатика и вычислительная техника

Тема ВКР: Разработка мобильной системы автономного энергоснабжения

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Разработка мобильной системы автономного энергоснабжения на базе солнечных панелей и ветрогенератора с реализацией поворота панелей в автоматическом режиме за счет контроллера управления.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения» – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года).
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	– повышенная или пониженная температура воздуха; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – Повышенный уровень шума. – отсутствие естественного или искусственного света; – Возможность получения удара электрического тока.
3. Экологическая безопасность:	– Выбросы в литосферу, при утилизации: аккумуляторных батарей; сервоприводов;

	солнечных панелей.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	ЧС: - Аварии с разрушение конструкции солнечных батарей и опоры ветрогенератора; - Взрыв электрооборудования.

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

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8В41	Лондаренко Андрей Александрович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 105 страниц, 9 рисунков, 35 таблиц, 17 литературных источников, 3 приложение.

Ключевые слова: система автономного энергоснабжения, солнечные панели, ветрогенератор, сервоприводы, солнечная энергетика, ветряная энергетика, фотодатчики, солнечный трекер, солнечная станция.

Цель работы - разработка системы автономного энергоснабжения на базе солнечной станции и ветроустановки.

Процессе технического исследования заключается в расчете необходимой мощности электроэнергии, подбор необходимых компонентов для создания солнечно-ветровой электростанции, разработке устройства управления солнечными панелями для поворота их в направления солнца.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана мобильная система автономного энергоснабжения, на базе солнечных батарей и ветроустановки.

Была рассчитана необходимая мощность для обеспечения жизнедеятельности 3-х человек, и исходя из неё были подобраны необходимые компоненты.

Было разработано устройство управления поворотом солнечных панелей по направлению к солнцу, электрическая схема и написан код программы.

Essay

Final qualifying work contains 105 pages, 9 pictures, 35 tables, 17 references, 3 appendixes.

Keywords: autonomous power supply system, solar panels, wind generator, servo drives, solar energy, wind energy, photo sensors, solar tracker, solar station.

The purpose of the work is to develop an autonomous power supply system based on a solar station and wind turbine.

The process of technical research is to calculate the required power of electricity, the selection of the necessary components to create a solar-wind power plant, the development of a control device for solar panels to turn them in the direction of the sun.

As a result of the implementation of final qualifying work, a mobile autonomous power supply system was developed, based on solar panels and wind turbines.

The required power was calculated for the life of 3 people, and on the basis of it the necessary components were selected.

A control device for turning the solar panels towards the sun, an electrical circuit, and a program code were developed.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

КПД – коэффициент полезного действия;

АКБ – аккумуляторная батарея.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	15
1. Постановка задачи.	17
2. Обзор литературы.	18
2.1 Общие сведения об альтернативных источниках энергии.....	18
2.2 Обзор автономных систем на базе солнечных батарей.....	19
2.3 Солнечные батареи.....	21
2.4 Ветрогенераторы.....	24
2. Разработка энергетического комплекса.....	25
3.1 Структура солнечно-ветровой автономной электростанции.....	26
3.1.1 Требования предъявляемые к разрабатываемой системе.....	28
3.1.2 Расчет мощности потребителей.....	28
3.1.3 Оценка потенциала энергии ветра.....	31
3.1.4 Оценка потенциала энергии солнца.....	32
3.2 Выбор компонентов станции.....	35
3.2.1 Солнечные батареи.....	35
3.2.2 Ветрогенератор.....	36
3.2.3 Аккумуляторные батареи.....	37
3.2.4 Контроллер заряда.....	37
3.2.5 Инвертор.....	39
3.2.6 Расчет количества выбранных компонентов.....	39
3.3 Разработка устройства автоматического управления солнечными панелями.....	43
3.3.1 Алгоритм работы.....	45
3.3.2 Разработка электрической схемы.....	49
3.3.3 Первоначальная настройка устройства управления.....	51
3.4 Защита от неблагоприятных погодных условий.....	53
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	55
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.	55
4.1.1 Потенциальные потребители продукта.....	55

4.1.3. SWOT-анализ	58
4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	60
4.2 Планирование научно-исследовательских работ.	61
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	61
4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	62
4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	65
4.2.4 Бюджет научно-технического исследования.....	66
4.2.5 Расчет материальных затрат	66
4.2.6 Основная заработная плата исполнителям темы.....	67
4.2.7 Дополнительная заработная плата.....	69
4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) ...	69
4.2.9 Расчет затрат на научные и производственные командировки	70
4.2.10 Контрагентные расходы.....	70
4.2.11 Накладные расходы	71
4.2.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	72
4.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.	72
5. Социальная ответственность.	75
Введение	75
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	76
5.2 Производственная безопасность	77
5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов	77
5.2.1.1 Микроклимат в помещениях, оборудованных компьютерами	78
5.2.1.2 Уровень шума в помещениях, оборудованных компьютерами	79
5.2.1.3 Недостаток освещенности в помещениях, оборудованных компьютерами	81
5.2.1.4 Естественное освещение в помещениях, оборудованных компьютерами	82

5.2.1.5 Электромагнитные поля в помещениях, оборудованных компьютерами	83
5.2.1.6 Электрический ток.	83
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)	85
5.3 Экологическая безопасность	85
5.3.1 Утилизация отходов	85
5.3.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	87
5.3.3 Разработка действий в случае возникновения ЧС	90
Заключение.	91
Список используемой литературы:	93
Приложение А.	95
Приложение Б.	97
Приложение В.	98

Введение.

В начале 21 века человечество остро обеспокоилось проблемами решения энергетических проблем, таких как нехватка не возобновляемых ресурсов, рост их цен, сложность добычи и загрязнения среды от их использования и переработки. Поэтому в настоящее время всё больше уделено внимания возобновляемым источникам энергии, таких как энергия солнца, ветра, воды и геотермальной энергии.

Солнечные и ветряные электростанции получили широкое развитие во всех промышленно развитых странах, они в достаточной мере заменяют традиционные электростанции на угле или газе. За счёт своей дешевизны и простоте получения энергии, такой вид энергетики получил широкое распространения у частных лиц.

Для получения энергии из солнца или ветра не требуется больших затрат и сложной системы, поэтому станции на солнечных панелях и ветрогенераторах получили большое распространение и у простых людей.

Ключевым фактором в данной работе является проблема электроснабжения удалённых от центральных энергосетей временных объектов, на которых проживают несколько человек в течении длительного периода времени. Решить эту проблемы было решено с использованием солнечной энергии и энергии ветра.

В данной работе будет разрабатываться система автономного электроснабжения для группы людей до 3-х человек, временно или постоянно проживающих в отдаленных от центральных энергосетей местах и ведущие там свою деятельность. Это могут быть геологи, изучающие почву, биологи, изучающие местную фауну или животных, специалисты, наблюдающие те или иные явления или учёные проводящие опыты в этой местности. Система должна обеспечивать их необходимой электроэнергией для их проживания и проведения работ. Система основана на базе солнечной электростанции

совместно с ветрогенератором. Разработка заключается в расчете необходимой мощности электроэнергии, подбор необходимых компонентов для создания солнечно-ветровой электростанции, разработке устройства управления солнечными панелями для поворота их в направления солнца в течении солнечного дня, разработка которого, в свою очередь, заключается в создании электронной схемы, подборе её компонентов и написания кода для микроконтроллера.

1. Постановка задачи.

Разрабатываемая система автономного энергоснабжения должна удовлетворять следующим условиям:

- 1) Обеспечивать электроэнергией жизнедеятельность 3-х чел на протяжении длительного времени.
- 2) Использовать источники энергии, не требующие дополнительной поставки сторонних ресурсов.
- 3) Обеспечивать устойчивость к внешним факторам воздействия.
- 4) Удовлетворять требованиям автономности.
- 5) Обеспечивать стабильную работоспособность в географических широтах от минус 75 до плюс 75 градусов.

2. Обзор литературы.

2.1 Общие сведения об альтернативных источниках энергии

В связи с развитием производственных технологий и значительным ухудшением экологической ситуации во многих регионах земного шара, человечество столкнулось с проблемой поиска новых источников энергии. С одной стороны, количество добываемой энергии должно быть достаточным для развития производства, науки и коммунально-бытовой сферы, с другой стороны, добыча энергии не должна отрицательно сказываться на окружающей среде.

Данная постановка вопроса привела к поиску так называемых альтернативных источников энергии — источников, соответствующих вышеуказанным требованиям. Усилиями мировой науки было обнаружено множество таких источников, на данный момент большинство из них уже используется более или менее широко.

Солнечная энергия

Солнечные электростанции активно используются более чем в 80 странах, они преобразуют солнечную энергию в электрическую. Существуют разные способы такого преобразования и, соответственно, различные типы солнечных электростанций. Наиболее распространены станции, использующие фотоэлектрические преобразователи (фотоэлементы), объединенные в солнечные батареи. Большинство крупнейших фотоэлектрических установок мира находятся в США.

Энергия ветра

Ветроэнергетические установки (ветряные электростанции) широко используются в США, Китае, Индии, а также в некоторых западноевропейских странах (например, в Дании, где 25% всей электроэнергии добывают именно

таким способом). Ветроэнергетика является весьма перспективным источником альтернативной энергии, в настоящее время многие страны значительно расширяют использование электростанций данного типа.

Энергия приливов и волн

В отличие от традиционной гидроэнергетики, использующей энергию водного потока, альтернативная гидроэнергетика пока не получила широкого распространения. К главным минусам приливных электростанций относятся высокая стоимость их строительства и суточные изменения мощности, из-за которых электростанции этого типа целесообразно использовать только в составе энергосистем, использующих также и другие источники энергии. Основные плюсы — высокая экологичность и низкая себестоимость получения энергии.

Тепловая энергия Земли

Для разработки этого источника энергии используются геотермальные электростанции, использующие энергию высокотемпературных грунтовых вод, а также вулканов. На данный момент более распространенной является гидротермальная энергетика, использующая энергию горячих подземных источников. Петротермальная энергетика, основанная на использовании «сухого» тепла земных недр, на данный момент развита слабо; основной проблемой считается низкая рентабельность данного способа получения энергии.

2.2 Обзор автономных систем на базе солнечных батарей

Системы автономного электроснабжения обеспечивают электропитанием отдельно от основной сети и активно используются в загородных домах и коттеджах. А также, в настоящее время, на базе солнечных батарей набирают популярность на различных предприятиях с целью экономии средств на электроэнергию и приобретения независимости от общей

сети электропитания. Автономные фотоэлектрические станции могут работать в качестве основного источника электроэнергии или источника бесперебойного электропитания. Они незаменимы там, где нет возможности подключиться к электросети общего пользования, но есть необходимость в надежном источнике электроэнергии стабильного качества: уединенные коттеджи и гостиницы, удаленные от коммуникаций производственные и коммерческие объекты. [1] Типовая система автономного электроснабжения состоит из:

1. Источника электропитания (солнечных панелей, выдающих электроэнергию за счет получения солнечной энергии);
2. Системы, которая преобразует постоянный ток в переменный;
3. Механизма наблюдения за работой устройства – блока коммутации;
4. Батареи для накопления выработанной электроэнергии;
5. Проводки для передачи энергии из основной сети;
6. Механизма для стабилизации напряжения.

Принцип работы заключен в следующем: система автономного электроснабжения генерирует электричество из солнечной энергии. Блок батарей приобретает заряд. При отключении от внешней сети инвертор в ту же секунду начинает потреблять электроэнергию от заряженного аккумулятора. Контролирует этот процесс блок коммутации. Блок коммутации включает подачу электроэнергии от солнечных панелей. Электричество начинает заряжать аккумулятор вновь, батареи приобретают заряд. Процесс заряда батареи происходит непрерывно до ее полного насыщения. Далее электроэнергия подается на инвертор создавая условия сети питания. Особенным плюсом устройства является то, что время его работы может быть неограниченным. Срок службы солнечных панелей, как правило составляет несколько десятков лет. Но система автономного энергоснабжения ограничена

максимальным количеством заряда, который зависит от емкости батарей. Когда заряд исчерпан, ток прекращается и устройство нуждается в дополнительной подзарядке.

С целью увеличения продолжительности работы системы в автономном режиме, система бесперебойного электропитания обычно содержит еще один или несколько возобновляемых источников энергии. В качестве таких используются вырабатывающие электричество: ветроэлектрические установки, МИКРОГЭС и, иногда, термоэлектрические генераторы. Эти источники подключаются к АКБ через контроллер заряда, защищающий от перезаряда. [3]

2.3 Солнечные батареи

Солнечная батарея – фотоэлектрический модуль – представляет собой набор тонких пластин монокристаллического кремния (хотя применяются поликристаллические и аморфные). Элементы соединены плоскими проводами на стекле или прозрачном пластике, с обратной стороны пластины кремния подвергаются ламинированию полиэфирной пленкой или специальным герметикам для защиты от окисления контактов и влаги. Количество пластин (элементов) зависит от принятой конструкции батареи и обычно подбирается так, чтобы ток и напряжение соответствовали условиям зарядки аккумуляторов. Элементы бывают размером 85х85 мм 100х100 мм, 125х125 мм или в форме окружности соответствующего диаметра. В зависимости от размера элементов изменяются размеры готовой батареи. КПД батареи обычно лежит в диапазоне 10.5 – 13.5%, хотя в лабораториях получены результаты до 18%, еще больший КПД имеют батареи на элементах из арсенида галлия, но они редки и дороги. Для вывода энергии устанавливают специальные разъемы.

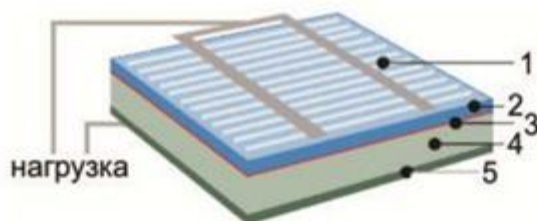


Рисунок 1 - структура солнечного элемента: 1 - передний контакт; 2 – негативный слой; 3 – проводящий слой; 4 – позитивный слой; 5 – задний контакт.

Все солнечные элементы прозрачны для инфракрасной области спектра, что приводит к меньшей нагреваемости элементов на солнце и соответственно увеличению их эффективности. Солнечные элементы, фотопреобразователи – синонимы первичного преобразователя, осуществляющего прямое преобразование солнечной энергии в электрический ток. Электрически соединенные солнечные элементы создают базовую основу для солнечных модулей, которые, служат базовыми элементами больших энергосистем. В зависимости от применений, солнечные модули могут иметь разные конструктивные решения и разные выходные мощности.

Наиболее распространенный и популярный вид солнечных батарей солнечные батареи из монокристаллического кремния.

Их получают литьем кристаллов кремния высокой чистоты, при котором расплав отвердевает при контакте с затравкой кристалла. В процессе охлаждения кремний постепенно застывает в форме цилиндрической отливки монокристалла диаметром 13 — 20 см, длина которого достигает 200 см. Получаемый таким образом слиток нарезается листочками толщиной 250 — 300 мкм. Такие элементы имеют более высокую эффективность по сравнению с элементами, вырабатываемыми другими способами, КПД достигает 19 %, благодаря особой ориентации атомов монокристалла, которая способствует росту подвижности электронов. Кремний пронизывает сетка из металлических

электродов. Традиционно монокристаллические модули вставлены в алюминиевую рамку и закрыты противоударным стеклом. Цвет монокристаллических фотоэлементов — темно-синий или черный.

Солнечные батареи надежны, долговечны (срок службы до 50 лет) и просты в установке, так как не содержат движущихся частей. Солнечные батареи можно использовать, где плохо работает обычное энергоснабжение и большое количество солнечных дней. Примеры применения солнечных батарей: на крышах домов для получения электричества, на уличных и садовых фонарях для освещения, подзарядка аккумуляторов, обеспечение электричеством оборудования на судах, раций, насосов, сигнализации и т.д.

Солнечные батареи из монокристаллических фотоэлектрических элементов более эффективны, но и более дороги в пересчете на ватт мощности. Их КПД, как правило, в диапазоне 14-18%.

Обычно монокристаллические элементы имеют форму многоугольников, которыми трудно заполнить всю площадь батареи без остатка. В результате удельная мощность солнечной батареи несколько ниже, чем удельная мощность отдельного ее элемента.

Солнечные батареи из мульткристаллического кремния.

Изготовление мульткристаллического кремния намного легче, чем монокристаллического. Мульткристаллический кремний как материал состоит из случайно собранных разных монокристаллических решеток кремния (срок службы 25 лет, КПД до 15%). Именно поэтому, мульткристаллические батареи обычно предлагают дешевле.

Солнечные батареи из поликристаллического кремния. Альтернативой монокристаллического кремния является поликристаллический кремний. У него более низкая себестоимость. Кристаллы в нем ещё агрегатные, но имеют различную форму и ориентацию. Этот материал, по сравнению с темными монокристаллами, отличается ярко

синим цветом. Совершенствование процесса производства элементов данного типа позволяет сегодня получать компоненты, характеристики которых лишь немного уступают по электрическим показателям монокристаллу.

2.4 Ветрогенераторы

Ветрогенератор (ветроустановка) — устройство для преобразования кинетической энергии ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим её преобразованием в электрическую энергию.

Ветрогенераторы, как правило, используют три лопасти для достижения компромисса между величиной крутящего момента (возрастает с ростом числа лопастей) и скоростью вращения (понижается с ростом числа лопастей)



Рисунок №2 – устройство ветрогенератора

2. Разработка энергетического комплекса.

Солнечная электростанция может в достаточном количестве обеспечить необходимым количеством электроэнергии в любом количестве. Вырабатываемая мощность будет зависеть от расположения станции, продолжительности светового дня, количестве солнечных панелей и эффективностью подобранных компонентов. Но наша система должна быть достаточно мобильной. Это значит иметь небольшие объёмы и вес, возможностью устанавливаться и собираться обычными пользователями, а не подготовленными специалистами. К тому же система должна бесперебойно снабжать электроэнергией, а это значит в случае пасмурной погоды в течении нескольких дней, заряд АКБ иссякнет, поэтому для дополнительного источника заряда было решено добавить в систему ветряной генератор. Он позволит, в зависимости от ветра, круглосуточно заряжать АКБ параллельно солнечным панелям. Так же контроллером заряда предусмотрено использование дизельного генератора в качестве дополнительного источника заряда АКБ.

На данный момент на рынке имеется достаточно большое количество готовых решений солнечных станций, в том числе и в совокупности с ветроустановкой. По большей части это огромные станции, установленные в наиболее благоприятных местах, с обслуживающим персоналом и огромной вырабатываемой мощностью. Так же популярны частные варианты солнечных станций, небольшой мощности, обычно не достаточной для полноценной жизнедеятельности и имеющие простейшую реализацию, без дополнительного функционала. Наиболее интересными вариантами являются готовые решения, от небольшой группы компаний, с функцией поворота панелей по направлению за солнцем. В большинстве случаев она реализована за счёт фотодатчиков. У такой реализации имеется множество минусов, о которых будет сказано далее. Цены на такие системы сильно завышены по отношению к себестоимости компонентов.

Отличительной особенностью моей системы будут:

- Использование солнечных батарей в совокупности в ветрогенератором.
- Поворот солнечных панелей по направлению к солнцу, за счёт небесной механики.
- Реализация защиты от неблагоприятных погодных условий
- Относительно небольшая цена

3.1 Структура солнечно-ветровой автономной электростанции

Основными компонентами солнечно-ветровой солнечной станции являются:

- Солнечные батареи
- Ветрогенератор
- Контроллер заряда
- АКБ
- Инвертор

Построим блок схему системы работы солнечно-ветровой станции:

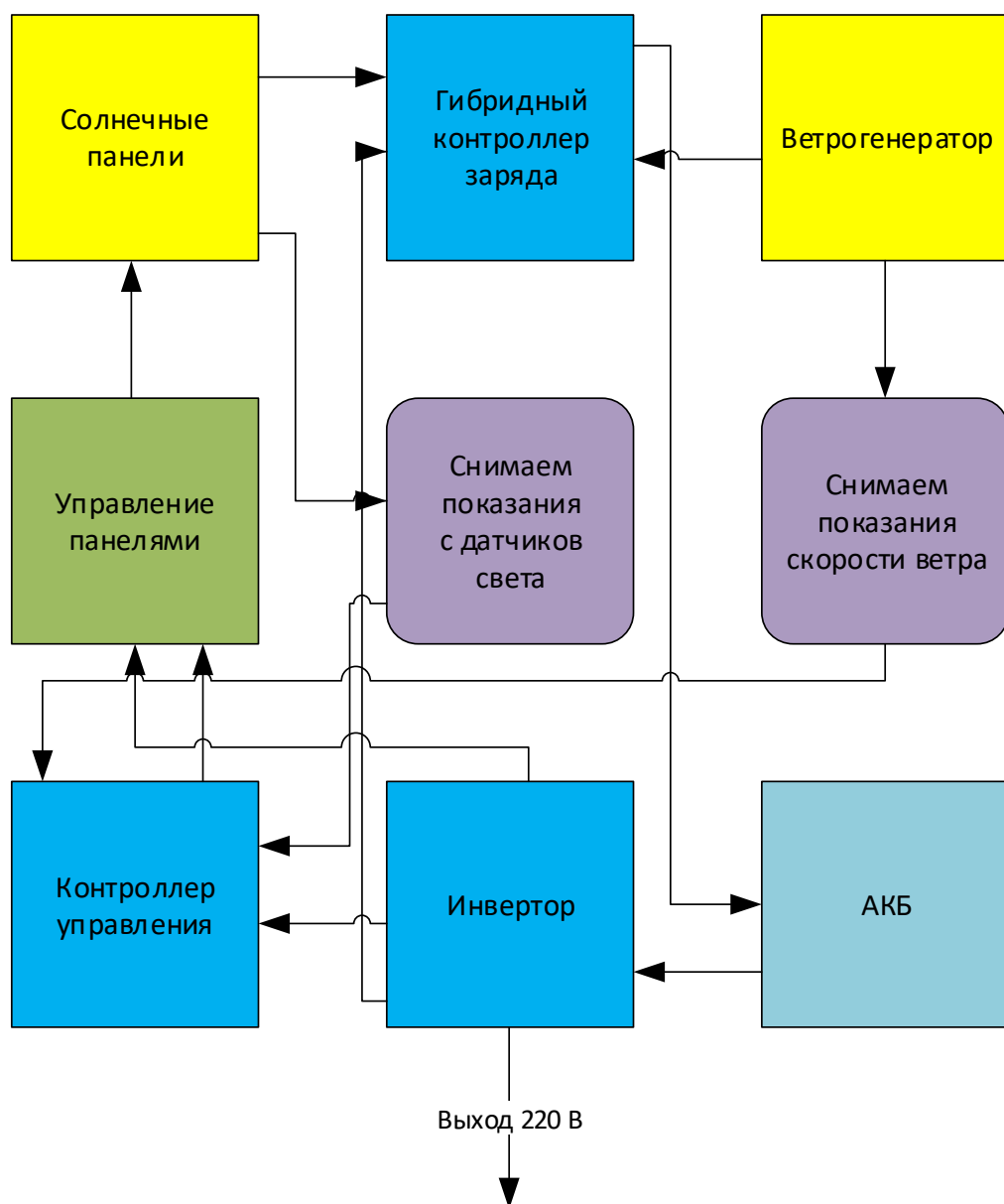


Рисунок 3 – блок схема солнечно-ветровой станции.

Процесс работы системы достаточно прост. На солнечные батареи попадают фотоны, затем посредством р-п перехода образуется разность потенциалов и во внешней цепи начинает протекать постоянный ток, который по цепи передается в контроллер заряда.

Наличие ветра, посредством лопастей, приводит в движение ротор, который в свою очередь приводит в движение вал генератора. За счет магнитной индукции в генераторе, образуется переменный электрический ток, который передается в контроллер заряда.

Контроллер заряда преобразует постоянный ток от ветрогенератора и солнечных батарей в переменный и заряжает АКБ.

В нашей работе, в целях экономии средств и упрощении системы, я выбрал гибридный контроллер заряда. Он способен одновременно принимать ток с разных источников и разного напряжения.

От АКБ по линии 12В энергия передается на инвертор, который преобразует её в 220В с чистым синусом и отдает потребителю.

3.1.1 Требования предъявляемые к разрабатываемой системе

Установим основные требования, предъявляемые к разрабатываемой системе:

- снабжать необходимым количеством электроэнергии для проживания и работы до 3-х человек
- быть автоматизированной
- быть энергоэффективной
- способная работать в течении длительного времени без поломок

3.1.2 Расчет мощности потребителей

Для снабжения электроэнергией 3х человек для начала необходимо определить минимум энергопотребляющих приборов необходимых для комфортного проживания и ведения не ресурсно-затратной деятельности.

Создадим таблицу с перечнем энергопотребляющих приборов, количество потребляемой мощности и среднем временем их работы в сутки за каждое время года. Перечень электроприборов, будет создаваться с учетом того, что, обогрев жилища и приготовление пищи будет происходит за счет электроэнергии.

Таблица 1 - потребление электроэнергии в зимний период.

Электроприбор	Потребление в час, Вт	Среднее время работы в сутки	Итог, Вт
Радиопередатчик	<150	1 час	150
Лампы освещения 12В – 3шт.	5	12 часов	180
Ноутбук	50	12 часов	600
Электрообогреватель	800	6 часов	4800
Микроволновая печь	800	27 минут	360
Мультиварка	600	1 час	600
Электрочайник	2000	10 минут	330
Морозильная камера	16	24 часа	380
Итого:			7400

Таблица 2 - потребление электроэнергии в весенний период.

Электроприбор	Потребление в час, Вт	Среднее время работы в сутки	Итог, Вт
Радиопередатчик	<150	1 час	150
Лампы освещения 12В – 3шт.	5	12 часов	180
Ноутбук	50	12 часов	600
Электрообогреватель	800	4 часов	3200
Микроволновая печь	800	27 минут	360

Мультиварка	600	1 час	600
Электрочайник	2000	10 минут	330
Морозильная камера	16	24 часа	380
Итого:			6200

Таблица 3 - потребление электроэнергии в летний период.

Электроприбор	Потребление в час, Вт	Среднее время работы в сутки	Итог, Вт
Радиопередатчик	<150	1 час	150
Лампы освещения 12В – 3шт.	5	12 часов	180
Ноутбук	50	12 часов	600
Кондиционер	2200	4 часов	4800
Микроволновая печь	800	27 минут	360
Мультиварка	600	1 час	600
Электрочайник	2000	10 минут	330
Морозильная камера	16	24 часа	380
Итого:			7400

По итогам таблицы мы видим, что потребление электроэнергии в зимний период равно количеству электроэнергии в летний период.

Дальнейшие расчеты солнечной станции будем производить с учётом количества потребления электроэнергии в зимней период и летний период, в связи с тем, что летом инсоляция солнца намного выше, чем в зимний период, и понадобится меньшее количество и мощность солнечных батарей.

3.1.3 Оценка потенциала энергии ветра

Режим ветра в течение всего года складывается в зависимости от циркуляционных факторов и местных условий. На направление ветра в отдельных пунктах существенное влияние оказывают местные условия:

- неровности рельефа,
- направление долин рек,
- различные препятствия.

Преобладающими направлениями ветров в течение года являются ветры южного, юго-западного, северо-западного и северного направлений. Используя метеоданные с сайта www.rp5.ru рассчитаем среднее значение силы ветра по месяцам за три года в промежутке с 2017 по 2019 год включительно. Данные расчёты сводим в таблицу 4. Средняя скорость ветра определяется как среднеарифметическое значение, полученное в результате измерений скорости через равные промежутки времени в течение заданного периода: часы, сутки, месяцы, год, несколько лет:

$$V_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

Таблица 4 – средняя скорость ветра за года.

Месяц	Скорость ветра, м/с		
	2016	2017	2018
Январь	3,05	3,08	2,96
Февраль	3,01	3,05	3,03
Март	3,09	3,07	3,01
Апрель	3,30	2,86	3,04

Май	3,30	3,2	2,87
Июнь	3,06	3,14	2,99
Июль	2,86	3,03	3,05
Август	2,94	2,94	2,96
Сентябрь	3,10	2,87	3,14
Октябрь	3,33	3,1	3,02
Ноябрь	3,06	2,98	2,89
Декабрь	3,02	3,04	3,01
Итого:	3,09	3,03	2,99

Из таблицы видно, что средняя скорость ветра в регионе составляет около 3 м/с. Это означает, что ветроустановка обладает не благоприятным потенциалом в нашем регионе. В нашей системе ветроустановка является дополнительным источником энергии.

3.1.4 Оценка потенциала энергии солнца

В среднем за год по общей облачности в данном районе наблюдается 247 ясных дней и 118 – пасмурных.

Солнечная энергия – основной источник энергии, приходящей из космоса на поверхность Земли. Солнце – естественный постоянно действующий термоядерный реактор. Инсоляцией называется процесс облучения поверхностей солнечным светом (солнечной радиацией), поступающих с направления, в котором виден в данный момент центр солнечного диска. [2]

Значение инсоляции по месяцам года, кВт*ч/м² день по Томской области за 2018 год представлены в таблице.

Таблица 5 – значения инсоляции по Томской области.

Месяц	кВт*ч/м ² день
Январь	0,69
Февраль	1,37
Март	3,02
Апрель	4,08
Май	5,05
Июнь	5,48
Июль	5,01
Август	4,29
Сентябрь	2,93
Октябрь	1,44
Ноябрь	0,8
Декабрь	0,62

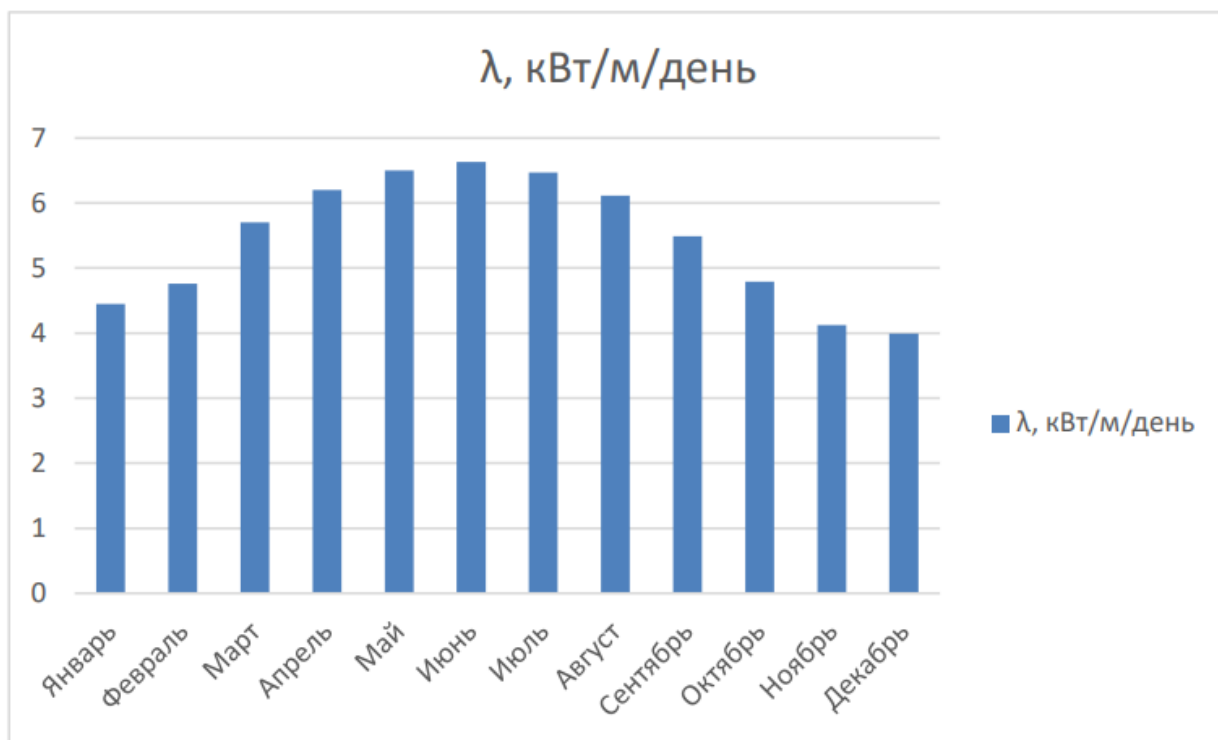


Рисунок 4 - инсоляции по месяцам года.

Полученные данные получены при условии падении солнечного излучения под углом в 90 градусов.

На основании таблицы инсоляции можно сделать вывод, что в зимнее время количество вырабатываемой энергии солнечными панелями минимально и равняется в среднем $0,9 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$, в то время как как в летнее время является максимальным и равняется $4,93 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^2$. Исходя из этого можно сделать вывод, что в зимнее время нам потребуется больше солнечных батарей или выбрать более энергоэффективные.

В таблице 3 приведены усредненные данные о восходе и заходе солнца, на основе которых вычислена продолжительность светового дня.

Таблица 6 – среднемесячная продолжительность светового дня.

Сезон	Восход	закат	Длительность
Зима	9:30:00	16:20:00	06:50:00

Весна	06:32:00	20:56:00	15:24:00
Лето	04:55:00	21:58:00	17:03:00
осень	08:16:00	18:13:00	9:57:00

3.2 Выбор компонентов станции

Исходя из средних значений инсоляции и потреблением электроэнергии в течение года, было решено разрабатывать два варианта системы солнечно-ветровой автономной станции с целью экономии средств и общего веса.

- Вариант 1 для системы зимнего использования
- Вариант 2 для системы летнего использования

3.2.1 Солнечные батареи

В качестве солнечных батарей выбирается:

- Монокристаллическая солнечная батарея производства Chinaland Solar Energy для варианта 1
- Монокристаллическая солнечная батарея производства HH-MONO200W для варианта 2

Таблица 7- параметры солнечных батарей.

Параметры солнечной батареи	Вариант 1	Вариант 2
	CHN320-72M	HH-MONO200W
Мощность, Вт	320	200
Оптимальное рабочее напряжение, В	36,5	36.7
Напряжение холостого хода, В	44,51	44.8

Максимальное напряжение системы, В	1000	1000
Ток холостого хода, А	8,29	5.71
Общая площадь, м ²	2	1,3
КПД, %	22,3	20,6

3.2.2 Ветрогенератор

В качестве ветрогенератора выбирается ветрогенератор НУ-300L

Таблица 8 – параметры ветрогенератора.

Параметры	Пяти лопастной ветрогенератор НУ-300L
Номинальная мощность, Вт	300
Максимальная мощность, Вт	400
Номинальное напряжение, В	24
Запуск при скорости ветра, м/с	1,4
Максимальная скорость ветра, м/с	50
Тип контроллера	ШИМ

Особенности ветрогенератора НУ-400L:

- Пять лопастей для легкого запуска при низком ветре;
- Контроллер заряда входит в комплект поставки;
- Удивительно тихая работа, с минимальной вибрацией;
- Электромагнитное и аэродинамическое торможение;
- Высокая эффективность достигается за счет идеальных мачт на

генераторе и лопаток;

- Сопротивление экстремальной погоде;
- Сопротивление экстремальному ветру;
- Антикоррозийное покрытие;
- Легкий вес и простота установки;
- Длительный срок службы, легкое обслуживание.

3.2.3 Аккумуляторные батареи

В качестве аккумуляторных батарей выбираются аккумуляторы марки Prosolar-R RA12-200DG

Таблица 9 – параметры АКБ.

Номинальное напряжение	12
Емкость	200 Ач
Габариты (ширина*длина*высота (высота с контактами))	268*520*220(229)

Основные особенности:

- Неизменное качество и высокая надежность.
- Герметичность конструкции.
- Длительный срок службы в буферном или циклическом режиме.
- Функционирование, не требующее обслуживания.
- Клапанная система низкого давления.
- Решетки усиленного типа.
- Низкий саморазряд.

3.2.4 Контроллер заряда

Контроллер заряда АКБ ранее мы выбрали гибридный, должен работать с источниками 24 и 12 В. Мною был выбран WHLM05-02/24.

Плюсом этого контроллера является наличие внутреннего балласта на транзисторах, позволяющие отводить избыточную мощность, когда энергия, генерируемая солнечными панелями и ветрогенератором больше емкости аккумуляторов, система контроля должна отвести избыточную энергию, чтобы защитить аккумуляторы.

Таблица 10 – параметры контроллера заряда.

Максимальная мощность солнечных панелей (3 входа), Вт	800
Максимальное напряжение холостого хода солнечных панелей(12В/24В), В	24.0 /48.0
Максимальный ток заряда солнечных панелей, А	15
Напряжение перегрузки(12В/24В)	10.5/20
Напряжение восстановления при перегрузке(12В/24В), В	12.0/24.0
Напряжение перезаряда(12В/24В), В	15.0/30.0
Номинальная мощность ветрогенератора, (12В/24В), Вт	300/600
Напряжение тормоза ветрогенератора (12В/24В), В	15/25
Тормозной ток ветрогенератора (12В/24В)	35А

3.2.5 Инвертор

Исходя из таблиц потребления выберем инвертор, с учетом, что пиковая нагрузка не будет превышать 6 кВт*ч. Это позволит включить в «сеть» одновременно до 3 самых энергозависимых приборов.

Таблица 11 – параметры инвертора.

Параметры	Значения
Название	EP3000 Pro
Мощность	3000
Мощность пиковая	6000
Напряжение выходное	220
Напряжение входное	12
Выходной сигнал	Чистый синус

3.2.6 Расчет количества выбранных компонентов

Перед выбором количества и мощности, следует посчитать потерю электроэнергии каждого из компонентов.

КПД солнечных батарей довольно низкое, около 20-30%. Для повышения энергоэффективности разрабатываются системы автоматического управления (САУ) поворота солнечных батарей по направлению к солнцу. САУ поворотом панелей способна повысить энергоэффективность панелей до 50-60%. Именно такую систему я реализовал в следующих разделах исследовательской работы. Поэтому примем КПД солнечных батарей среднее значение 80%.

Составим таблицу потерь на всех элементах системы:

Таблица 12 – таблица потерь.

Наименование	Потери от заявленных параметров компонентов, %
Солнечные батареи	20
АКБ	30
Контроллер заряда	1-3
Инвертор	15
Потери в соединительных кабелях	3-5
Итого:	48

Потери АКБ представлены в таблице с учетом минимального разряда.

Как видно из полученных данных, потери в системе солнечной станции довольно велики. Для уменьшения потерь можно:

- Выбрать компоненты с более высоким КПД
- Уменьшить длину соединительных кабелей
- Уменьшить мощность всей системы, но этот вариант не подходит

в данном исследовании

Исходя из таблицы потерь и таблицы потребляемой электроэнергии, подберём необходимое количество солнечных батарей для двух вариантов.

Площадь одной солнечной батареи СНН320-72М 2 м². Из таблицы инсоляции, средняя мощность вырабатываемой энергии в зимнее время составляет 0,9 кВт*ч/м² день, следовательно, батарея сможет выработать 1.8 кВт*ч/м² день.

Площадь одной солнечной батареи НН-MONO200W 1,3 м². Как было рассчитано ранее средняя мощность вырабатываемой энергии в летнее время составляет 4,93 кВт*ч/м² день, следовательно, батарея сможет выработать 6,4 кВт*ч/м² день.

Теперь взяв данные из таблицы продолжительности светового дня в зимнее и летнее время, посчитаем количество, которое могут выработать батареи в течении дня.

Составим таблицу вырабатываемой мощности солнечных батарей в день и добавим в неё вырабатываемую мощность с учетом потерь. Примем что:

- Солнечные батареи CHN320-72M для исполнения 1 (зимний период)
- HH-MONO200W для исполнения 2 (летний период)

Таблица 13 – вырабатываемая мощность солнечными батареями.

Наименование солнечной батареи	Вырабатываемая мощность в день	Вырабатываемая мощность в день, с учетом потерь.
CHN320-72M	1,8	1,44
HH-MONO200W	6,4	5,12

Рассчитаем количество необходимых солнечных батарей, с учетом коэффициента потерь на контроллере заряда, инверторе и в соединительных кабелях:

Для исполнения 1 количество панелей будет равно:

$$N1 = \frac{W}{W_{сб}} = \frac{7400 * 1.23}{1440} = 5.9 = 6 \text{ шт}$$

Для исполнения 2 количество панелей будет равно:

$$N2 = \frac{W}{W_{сб}} = \frac{5000 * 1.23}{5120} = 4.9 = 5 \text{ шт}$$

Расчет количества АКБ

Энергия, которую можно запасти в одном аккумуляторе с учетом потерь и минимального остаточного заряда, равна:

$$W_a = \frac{0.7 * U * I * t}{1000} = \frac{0.7 * 12 * 200}{1000} = 1.68 \text{ кВт} * \text{ч}$$

Рассчитаем количество АКБ:

$$N = \frac{W}{W_a} = \frac{7400}{1680} = 4.4 = 5 \text{ шт.}$$

Мощность вырабатываемая ветрогенератор не берем в расчет, т.к. его эффективность, как было сказано ранее не велика. Он будет дополнительным источником питания для зарядки АКБ и компенсирует не учтенные потери.

Составим итоговую таблицу подобранных нами компонентов и их ценой:

Таблица 14 – выбранных компонентов.

Компонент	Название	Количество	цена
Солнечные батареи	CHN320-72M (320 Вт)	6	82000
	HH-MONO200W(200Вт)	5	40000
АКБ	Prosolar-R RA12-200DG	5	125000
Инвертор	EP3000 Pro	1	28000
Ветрогенератор	HY-300L	1	45000
Контроллер заряда	WHLM05-02/24	1	23500

Цена брались непосредственно с завода или официального представителя изготовителя, в целях экономии денежных средств.

Стоимость зимнего исполнения равна 343500 рублей, в то время как летнего исполнения 261500 рублей. Это закономерно, эффективность станции в зимнее время намного ниже, чем в летнее.

На данном этапе исследовательской работы, мы рассчитали потребление электроэнергии группы лиц из 3х человек, необходимое для круглосуточного проживания и ведения нересурсно-затратной деятельности в разное время года. Подобрали все компоненты нашей солнечной-ветровой станции с учетом необходимой выдаваемой мощности и потерь. Рассчитали стоимость двух исполнений: для летнего периода и зимнего. По энергопотреблению эти исполнения очень похожи, но отличаются по конечной стоимости. Итоговую цену можно снизить, за счет снижения необходимой мощности потребления. Для этого можно:

- в летнее время, вместо энергозатратного кондиционера, можно использовать обычные напольные вентиляторы
- в зимнее время использовать альтернативные обогревательные системы, к примеру газовые обогреватели.

3.3 Разработка устройства автоматического управления

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.

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

Целью данного раздела является определение оценки коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, а также планирование и формирование бюджета научных исследований, определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Научно-исследовательская работа направлена на разработку автономной системы энергоснабжения. Данная система должна обеспечивать необходимым количеством электроэнергии нескольких человек, полученной из солнечной энергии и преобразовании ветра в энергию, другими словами, за счет солнечных панелей и ветрогенератора.

4.1.1 Потенциальные потребители продукта

Объектом разработки является система для энергоснабжения. Разработка будет использоваться прежде всего людьми, которым необходимо энергоснабжения в местах, где нет классического электроснабжения по линиям электропередач, в течении длительного времени. Данная разработка позволит снабжать электроэнергией людей вне зависимости от их местоположения проживания, при этом без затрат топлива на преобразование его в электроэнергию.

Сегментирование рынка произведено по следующим критериям: назначение и виды систем автономного электроснабжения.

Таблица 15. Карта сегментирования рынка услуг комплектующих

		Виды автономного электроснабжения				
		Солнечные электростанции	Ветряные электростанции	Генераторные установки на жидких видах топлива	Комбинированные электростанции	Солнечные станции с гелиотрекером
По мощности	Маломощные (частный сектор)					
	Средней мощности (малый коммерческий сектор)					
	Большой мощности					

Гелиотрекер – система поворота солнечных панелей по направлению к солнцу

Данная работа направлена на разработку системы комбинированной электростанции с гелиотрекером. Среди конкурентов мною не было найдено подобных систем, поэтому приводить прямых конкурентов не имеет смысла.

Наша разработка будет представлять из себя мобильную систему автономного энергоснабжения, построенную на базе солнечной и ветряной электростанции с гелиотрекером.

4.1.2. Анализ конкурентных технических решений

Наша разработка будет представлять из себя мобильную систему автономного энергоснабжения, построенную на базе солнечной и ветряной электростанции с гелиотрекером, поэтому в качестве отличительного критерия для выбора конкурентных технических решений будем использовать следующие варианты:

- Комбинированная солнечная электростанция с гелиотрекером
- Стандартная комбинированная солнечная станция
- Стандартная солнечная станция

Экспертная оценка основных технических характеристик данных продуктов представлена в таблице 16.

Таблица 16. Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки		Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
			Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
п/н	1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности								
1	Энергоэффективность	0,2	5	4	3	1	0,8	0,6
2	Сложность развертывания системы	0,05	3	4	5	0,15	0,2	0,25
3	Мобильность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
4	Автономность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
5	Уровень шума	0,05	4	4	5	0,2	0,2	0,25
6	Безопасность	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
7	Сложность разработки	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
8	Устойчивость к сложным климатическим условиям	0,1	4	2	3	0,4	0,2	0,3
Экономические критерии оценки ресурсоэффективности								
9	Конкурентоспособность продукта	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
10	Цена продукта	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
11	Уровень проникновения на рынок	0,1	5	3	1	0,5	0,3	0,1
	Итого	1				4,7	3,55	3,1

- Под критерием «Устойчивость к сложным климатическим условиям» подразумевается общая устойчивость системы к поломкам во время сильного ветра, града и снега;

- Под критерием «мобильность» подразумевается способность, скорость и сложность установки и сборки;

Конкурентоспособность проекта 1 исполнения относительно проекта 2 исполнения:

$$K_{12} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{4,7}{3,55} = 1,32$$

Конкурентоспособность проекта 1 исполнения относительно проекта 2 исполнения:

$$K13 = \frac{K1}{K3} = \frac{4,7}{3,1} = 1,51$$

4.1.3. SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Матрица SWOT приведена в таблице 16.

Таблица 16 – матрица SWOT.

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Энергоэффективность С2. Возможность подстраивания системы под потребителя С3. Автономность С4. Автоповорот солнечных панелей (использование гелиотрекера) С5. Установка в любом месте обычными потребителями	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1. Высокая цена Сл2. Сложность разработки Сл3. Длительное время создания проекта
Возможности: В1. Расширение целевого рынка В2. Прирост потребителей в частном и коммерческом секторе В3. Стремление выделиться на фоне конкурентов за счет внедрения новых функций	В1В2С1С2С3С4С5: Демонстрация клиентам возможностей, функций и удобства использованием системы по сравнению с аналогами В3С1С2С4: Возможность добавление GPS датчика для гелиотрекера	В2Сл1: Снижение цены системы за счет прироста потребителей В3Сл2Сл3: Улучшение системы и сложность длительного создания проекта может привести к расширению ассортимента по функциональности.
Угрозы: У1. Малое количество заинтересованных потребителей в частном и коммерческом секторе У2. Увеличение стоимости разработки и комплектующих системы У3. Незаинтересованность инвесторов в разработке и развитии системы	У1У3С1С2С3С4С5: Продвижение продукции с акцентированием на достоинствах системы.	У1Сл1Сл3: Пересмотр ценовой политики; повышение скорости разработки за счет использования готовых решений. У2У4Сл4: Расширение числа используемых средств разработки.

Было выявлено, что возможно появление дополнительного спроса на новый продукт, из-за высокой функциональности и удобства эксплуатации. Так же было выявлена необходимость пересмотреть ценовую политику.

4.1.4 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Для определения альтернативных путей проведения научных исследований и вариантов реализации технической задачи используется морфологический подход. Морфологическая матрица для составляющих реализации рассматриваемого проекта представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Морфологическая матрица

	1	2	3
А. Солнечные панели	Монокристаллические	поликристаллические	Мультикристаллические
Б. Аккумуляторные батареи	Гелевые	AGM	Заливные
В. Реализация гелиотрекера	На базе датчиков света	На базе GPS трекера	На базе формул небесной механики
Г. Контроллер управления	На базе микропроцессора	На базе микроконтроллера	На базе элементов электроники

Выбор солнечных панелей является одним из важнейшим в моей исследовательской работе. Основывается на следующих показателях:

- Энергоэффективность
- Мощность и выходящее напряжение
- Состав

Выбор реализации гелиотрекера основывался на следующих показателях:

- Сложность разработки
- Работоспособность
- Надежность

Выбор аккумуляторных батарей производился по следующим критериям:

- Долговечность
- Число циклов заряда\разряда
- Входное\выходное напряжения

Основной разработкой в моей системе является реализация поворота солнечных панелей по направлению солнца. Исследовав рынок на аналоги, принял решение разработать свою систему на базе расчета положения солнца системой по формулам небесной механики.

Из полученной морфологической матрицы, можно получить как минимум 2 варианта реализации и направления научных исследований при работе над проектом:

- Исполнение 1. А1Б1В3Г1.
- Исполнение 2. А1Б1В3Г3.

4.2 Планирование научно-исследовательских работ.

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования представлен в таблице 18:

Таблица 18 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Р
	2	Календарное планирование работ по теме	Р, И
Аналитический обзор	3	Подбор и изучение материалов по теме	Р, И
	4	Изучение уже существующих решений в данной области	И

	5	Выбор инструментов разработки	Р, И
Проектирование системы	6	Разработка структуры системы	И
	7	Составление вариантов использования	И
	8	Подбор компонентов системы	И
Реализация функциональной части	9	Разработка электронной схемы датчиков света	И
	10	Разработка электронной схемы контроллера управления	И
	11	Написание кода контроллера управления	И
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка эффективности полученных результатов	Р,И
	13	Оценка целесообразности проведения дальнейших исследований по данной теме	Р,И
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	И

Р – Научный руководитель; И – Инженер-программист

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Основная часть стоимости разработки зачастую приходится на заработную плату исполнителей, поэтому важно определить трудоемкость каждого из участников. Ожидаемая трудоемкость находится по формуле

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \times t_{min\ i} + 2 \times t_{max\ i}}{5}, \text{ где:}$$

$t_{ож\ i}$ – 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), человеко-дни;

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях t_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$t_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{Ч_i}, \text{ где:}$$

t_{pi} – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

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

Длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой. Для примера произведём расчёт первого этапа работы руководителя:

$$t_{ki} = t_{pi} \times k_{\text{кал}}, \text{ где:}$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = \frac{t_{\text{кал}}}{t_{\text{кал}} - t_{\text{вых}} - t_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

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

$t_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

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

В таблице 19 находятся расчеты этапов отдельных видов работ.

Таблица 19 – этапы отдельных видов работ.

№	Название работы		Трудоёмкость затрат						Длительность работ в рабочих днях, T_{pi}		Длительность работ в календарных днях, T_{ki}	
			T_{min} , чел-дни		T_{max} , чел-дни		$T_{ожи}$, чел-дни					
			И1	И2	И1	И2	И1	И2	И1	И2	И1	И2
1	Составление и утверждение технического задания	И	2	2	4	4	2.8	2.8	1.4	1.4	1.7	1.7
		НР	1	1	2	2	1.4	1.4	0.7	0.7	0.9	0.9
2	Календарное планирование работ по теме	И	1	1	2	2	1.4	1.4	0.7	0.7	0.9	0.9
		НР	1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	0.6	0.6
3	Подбор и изучение материалов по теме	И	14	16	20	22	16.4	18.4	16.4	18.4	20	22.4
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Изучение уже существующих решений в данной области	И	9	11	13	14	10.6	12.2	10.6	12.2	12.9	14.9
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Выбор инструментов разработки	И	4	4	7	7	5.2	5.2	2.6	2.6	3.2	3.2
		НР	2	2	4	4	2.8	2.8	1.4	1.4	1.7	1.7
6	Разработка структуры системы	И	8	9	10	11	8.8	9.8	4.4	4.9	5.4	6
		НР	2	2	4	4	2.8	2.8	1.4	1.4	1.7	1.7
7	Составление диаграммы вариантов использования	И	4	4	7	7	5.2	5.2	2.6	2.6	3.2	3.2
		НР	1	1	2	2	1.4	1.4	0.7	0.7	0.9	0.9
8	Подбор компонентов системы	И	8	8	14	14	10.4	10.4	10.4	10.4	12.7	12.7
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Разработка электронной схемы датчиков света	И	2	2	4	4	2.8	2.8	2.8	2.8	3.4	3.4
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Разработка электронной схемы контроллера управления	И	14	16	20	22	14.8	18.4	14.8	18.4	18.1	22.4
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Написание кода контроллера управления	И	20	24	24	28	21.6	25.6	21.6	25.6	26.4	31.4
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Оценка эффективности полученных результатов	И	6	6	8	8	6.8	6.8	3.4	3.4	4.1	4.1
		НР	1	1	2	2	1.4	1.4	0.7	0.7	0.9	0.9
13	Оценка целесообразности проведения дальнейших исследований по данной теме	И	1	1	2	2	1.4	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7
		НР	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно- технической документации)	И	3	4	4	5	3.4	4.4	1.7	2.2	2.1	2.7
		НР	1	2	3	4	1.8	2.8	0.9	1.4	1.1	1.7
Итого:										И	115	129
										НР	7	8

Таблица 6 – Временные показатели научного исследования

НР – Научный руководитель; И– Инженер-программист

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

По данным из таблицы 6 «Временные показатели проведения научного исследования» создадим диаграмму Ганта, которая строилась при максимальном количестве дней каждой работы.

Таблица 20 - график проведение научного исследования.

№ этапа	Этап	Исполнители	T_{ki}	Продолжительность выполнения работ												Май
				Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	
1	Составление и утверждение технического задания	И	2	■												
		НР	1	■												
2	Календарное планирование работ по теме	И	1	■												
		НР	1	■												
3	Подбор и изучение материалов по теме	И	22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Изучение уже существующих решений в данной области	И	15		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Выбор инструментов разработки	И	3			■	■	■								
		НР	2			■	■	■								
6	Разработка структуры системы	И	6				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		НР	2				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7	Составление диаграммы вариантов использования	И	3				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
		НР	1				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	Подбор компонентов системы	И	13					■	■	■	■	■	■	■	■	■
9	Разработка электронной схемы датчиков света	И	3					■	■	■	■	■	■	■	■	■

k_t – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 21. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество		Цена за ед., руб.		Цена, руб.	
		Исполнение		Исполнение		Исполнение	
		1	2	1	2	1	2
Стол	шт.	1	1	6000	6000	6000	6000
Стул	шт.	1	1	3500	3500	3500	3500
ПК	шт.	1	1	42000	42000	42000	42000
Итого				51500	51500	51500	51500

4.2.6 Основная заработная плата исполнителям темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату. Она рассчитывается по формуле

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}, \text{ где:}$$

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{зп} = \frac{З_m \times M}{F_d}, \text{ где:}$$

$З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; при отпуске в 72 раб. дней $M = 9,6$.

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

Таблица 22 - баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
-выходные	44	48
-праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
-отпуск и невыходы по болезни	56	28

Действительный годовой фонд рабочего времени	251	275
---	-----	-----

Месячный оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_м = З_{тс} \times (1 + k_{пр} + k_д) \times k_p, \text{ где:}$$

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

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

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

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

Для расчета бюджета НТИ необходимо учесть материальные затраты, затраты на з/п руководителя и затраты на з/п исполнителей. В материальные затраты входят расходные материалы и амортизация оборудования.

Необходимо рассчитать з/п руководителя и двух исполнителей. Средний оклад руководителя от ТПУ (ассистент, без степени) составляет 21170,0 руб./мес.

Оклад инженера-программиста составляет 20300,0 руб./мес. (на основании данных с окладов профессорско-преподавательского состава и дипломников-студентов)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 23. Расчет основной заработной платы.

Испол- нители	Зтс, Руб.	к _р	З _м , руб.	З _{дн} , руб.	Тр, раб. дн.		Тр, раб. дн.	
					Исполнение		Исполнение	
					1	2	1	2
Руководитель	21170	1,3	27521	1140,31	7	8	7982,17	9122,48
Инженер	20300	1,3	26390	1074,8	115	129	123604	138649,2
							131586,17	147771,68

4.2.7 Дополнительная заработная плата

Дополнительная заработная плата включает заработную плату за не отработанное рабочее время, но гарантированную действующим законодательством. Расчет дополнительной заработной платы ведется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \times З_{\text{осн}}, \text{ где:}$$

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

$k_{\text{доп}}$ равен 0,12. Результаты по расчетам дополнительной заработной платы сведены в таблицу 24.

Таблица 24. Расчет дополнительной заработной платы.

Исполнители	Основная зарплата, руб.		Коэффициент дополнительной зарботной платы (кдоп)	Дополнительная зарплата (руб.)	
	Исполнение			Исполнение	
	1	2		1	2
Руководитель	7982,17	9122,48	0,12	957,86	1094,7
Инженер	123604	138649,2	0,12	14832,48	16637,9
Итого:				15790,34	17732,6

4.2.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \times (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \text{ где:}$$

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

На 2019 г. в соответствии пп. 1 п. 1 ст. 419 НК РФ, ст. 427 НК РФ к лицам, осуществляющим образовательную и научную деятельность, применяется пониженный (льготных) тариф страховых взносов общий размер, который составляет 27.1%, из которых:

22% – на обязательное пенсионное страхование с выплат, не превышающих предельную базу для начисления взносов и +10% с выплат сверх базы;

5,1% – на обязательное медицинское страхование, предельной величины выплат нет;

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 25.

Таблица 25 - отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.		Дополнительная заработная плата, руб.		Суммарный доход, руб.	
	Исполнение		Исполнение		Исполнение	
	1	2	1	2	1	2
Руководитель	7982,17	9122,48	957,86	1094,7	8940,03	10217,18
Инженер	123604	138649,2	14832,48	16637,9	138 436,48	155 287,1
Коэффициент отчислений	27,10%					
Размер отчислений во внебюджетные фонды						
Руководитель					2422,75	2 768,85
Инженер					37 516,29	42 082,8
Итого					39 939,04	44 851,65

4.2.9 Расчет затрат на научные и производственные командировки

На данном этапе научные и производственные командировки не планируются.

4.2.10 Контрагентные расходы

Контрагентные расходы включают затраты, связанные с выполнением каких-либо работ по теме сторонними организациями (контрагентами, субподрядчиками), в рамках данной ВКР такими расходами являются: расходы на услуги поставки электроэнергии и услуги интернет-провайдеров.

Проведем расчет величины контрагентных расходов на на услуги поставки электроэнергии:

- энергопотребление персонального компьютера равно 0,45 кВт/ч, время использования составляет 28 дня по 6 часов на протяжении 5 месяцев.

Энергопотребление составляет:

$$E=5\text{мес}\times 28\text{дн}\times 6\text{часов}\times 0,45\text{кВт}=378\text{ кВт}$$

- для освещения помещения используются 2 лампы по 60 Вт, время использования составляет 28 дня по 8 часов на протяжении 4 месяцев.

Энергопотребление составляет:

$$E=5\text{мес}\times 28\text{дн}\times 8\text{часов}\times 2\times 0,06\text{кВт}=134,4\text{ кВт}$$

Общая сумма расхода на услуги поставки электроэнергии, согласно действующему тарифу равным 2,39 руб. за 1 кВт/ч, составляет:

$$З_{эл}=(378+134,4)\times 2,39=1037,82$$

Проведем расчет величины контрагентных расходов на услуги Интернет:

- стоимость услуги по действующему тарифу составляет 230 руб./месяц, длительность использования составляет 5 месяца. Проведем расчет расходов на услуги Интернет:

$$З_{инт}=5\times 230=1150$$

Исходя вышеуказанных данных, контрагентские расходы составляют:

$$З_{кр}=З_{эл}+ З_{инт}=1037,82+1150=2187,82$$

4.2.11 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов, оплата услуг связи, электроэнергии и т.д. Расчет накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{\text{нак}} = \sum \text{Ст} \times k_{\text{нр}}, \text{ где:}$$

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

Ст – затраты по статьям накладных расходов.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Проведем расчет накладных расходов для исполнений 1 и 2 :

$$Z_{\text{нак(исп1)}} = (2187,82 + 39939,04 + 15790,34 + 131586,17 + 51500) * 0,16 \\ = 30226,76$$

$$Z_{\text{нак(исп2)}} = (2187,82 + 44851,64 + 17732,6 + 147771,68 + 51500) * 0,16 \\ = 32913$$

4.2.12 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 26.

Таблица 26 - расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма (руб.)	
	Исп1	Исп2
1. Материальные затраты НТИ	51500	51500
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	131586,17	147771,68
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	15790,34	17732,6
4. Затраты на отчисления во внебюджетный фонд	39 939,04	44 851,65
5. Затраты на научные и производственные командировки	0	0
6. Контрагентские расходы	2187,82	2187,82
7. Накладные расходы	38560,54	42247
8. Бюджет затрат НТИ	279563,91	306290,75

4.3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу

расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \text{ где:}$$

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

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

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

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \text{ где:}$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проведем в форме таблицы (табл. 27).

Таблица 27 - сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерий	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2
1. Удобство внедрения	0,25	5	5
2. Функциональная мощность	0,20	4	5

3. Удобство в эксплуатации	0,15	4	5
4. Энергоэффективность	0,25	5	4
5. Надежность	0,15	5	3
Итого	1		

$$I_{p-исп1} = 0,25 * 5 + 0,20 * 4 + 0,15 * 4 + 0,25 * 5 + 0,15 * 5 = 4,65;$$

$$I_{p-исп2} = 0,25 * 5 + 0,20 * 5 + 0,15 * 5 + 0,25 * 4 + 0,15 * 3 = 4,45;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-испi}}{I_{финр}^{испi}}$$

$$I_{исп.i} = \frac{4,65}{219104,39/238618,97} = 5,064$$

$$I_{исп.i} = \frac{4,45}{238618,97/238618,97} = 4,45$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (табл. 28) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

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

Таблица 28 - сравнительная эффективность разработкисхем и разработкой программного продукта.

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки, $I_{финр}^{испi}$	0,92	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки, I_{pi}	4,65	4,45
3	Интегральный показатель эффективности, $I_{исп.i}$	5,06	4,45
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения, $\mathcal{E}_{ср}$	К исп.2	К исп.1
		1,14	0,88

5. Социальная ответственность.

Введение

В научно-исследовательской работе разрабатывается мобильная система автономного энергоснабжения. Разработанная система позволит обеспечивать электроэнергией нескольких человек, временно или постоянно проживающий вдали от классических источников электроэнергии, таких как, линии электропередач и электростанций. Система основана на базе солнечной электростанции совместно с ветрогенератором. Разработка заключается в расчете необходимой мощности электроэнергии, подбор необходимых компонентов для создания комбинированной электростанции, разработка контроллера управления солнечными панелями, для поворота их в направления солнца, в течении солнечного дня. Разработка контроллера управления заключается в создании электронной схемы, подборе её компонентов и написания кода для микроконтроллера. Схема контроллера управления была промоделирована в системе Matlab Simulink.

Потенциальные пользователи: сотрудники предприятий ведущие свою деятельность и проживающих небольшими группами (до 3-х человек), в отдаленных местах в течении длительного времени. Это могут быть геологи, изучающие почву, биологи, изучающие местную фауну или животных, специалисты, наблюдающие те или иные явления или учёные проводящие опыты в этой местности. Система должна обеспечивать их необходимой электроэнергией для их проживания и проведения работ.

Разработка программной части устройства проходит в аудитории 10-го корпуса ТПУ.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Требования к организации рабочих мест пользователей представлены на рис 1.

Требования к эргономическим параметрам оборудования на рабочих местах с ПЭВМ представлены в следующих нормативных документах:

- ГОСТ Р 50923-96 Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде.
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации.

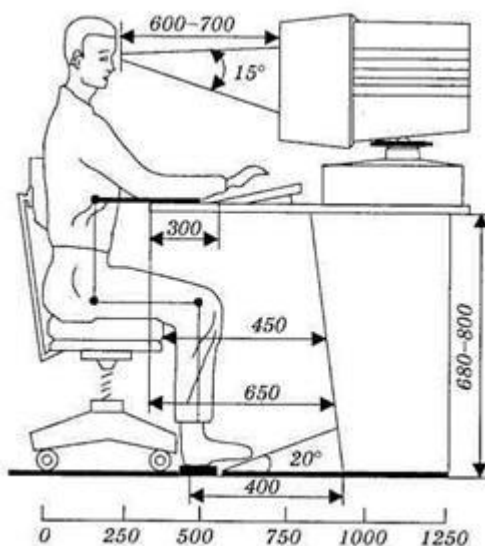


Рисунок 9 - Оптимальные параметры организация рабочего

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

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

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

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

5.2 Производственная безопасность

5.2.1 Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015, неблагоприятные производственные факторы по результирующему воздействию на организм работающего человека подразделяют на:

- на вредные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к заболеванию, в том числе усугубляющие уже имеющиеся заболевания;
- опасные производственные факторы, то есть факторы, приводящие к травме, в том числе смертельной.

В соответствии с заданием заполнена информация по вредным и опасным факторам. Возможные опасные и вредные факторы приведены в таблице 29.

Таблица 29 - возможные опасные и вредные факторы.

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
Вредные	Опасные	
1. Микроклимат 2. Шум 3. Освещенность 4. Электромагнитные излучения 5.	1. Электрический ток	1. СанПиН 2.2.4.548–96 2. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 3. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 4. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 5. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 6. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ

5.2.1.1 Микроклимат в помещениях, оборудованных компьютерами

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Источник возникновения фактора:

- система отопления;
- вентиляция;
- кондиционирование.

Особенно сильно воздействуют на человека тепловые условия и состав воздуха в помещении. В воздухе, вдыхаемом человеком, может быть превышена концентрация пыли, паров, вредных газов, углекислоты.

Допустимые нормы:

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03 в производственных помещениях, в которых работа с использованием ПЭВМ является основной и связана с нервно-эмоциональным напряжением, должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с действующими санитарно–эпидемиологическими нормативами микроклимата производственных помещений.

Исходя из СанПин 2.2.4.548-96 значения температуры, влажности и скорости движения воздуха устанавливаются для рабочей зоны производственных помещений в зависимости от категории тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла, выделяемого в помещении, и периода года.

Оптимальные микроклиматы для помещений с компьютерами представлены в таблице 30.

Таблица 30 - оптимальные микроклиматы для помещения с компьютерами.

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

Также для рабочей смены, количеством в 8 часов, используется нормы предельно допустимых значений микроклимата.

В соответствии с СанПин 2.2.4.548-96, предельно допустимые микроклиматы для помещения с компьютерами представлены в таблице 31.

Таблица 31 - предельно допустимые значения микроклимата для помещения с компьютерами.

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

5.2.1.2 Уровень шума в помещениях, оборудованных компьютерами

Шум в производственных помещениях — это совокупность аperiodических звуков, которые различаются интенсивностью и частотой.

Разрабатываемая система имеет ветрогенератор и сервоприводы для реализации поворота солнечных панелей, которые являются основным источником шума. К дополнительным источникам шума относятся:

- машины вычислительные электронные цифровые;
- машины вычислительные электронные цифровые персональные (включая портативные ЭВМ);
- принтеры.

Воздействие фактора на организм человека:

- заболеванию нервной системы;
- нарушениям слуха.

Допустимые нормы:

В производственных помещениях при выполнении работ с использованием компьютера, уровни шума в этом помещении, не должно превысить предельно допустимые значения, установленные для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В соответствии с СанПин 2.2.2/2.4.1340-03, допустимые значения уровней звукового давления для помещения с компьютерами представлены в таблице 32.

Таблица 32 - допустимые значения уровней звукового давления для помещения с компьютерами.

Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука в и эквивалентные уровни звука дБ А
Предприятия, учреждения и организации									
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	50
86 дБ	71 дБ	61 дБ	54 дБ	49 дБ	45 дБ	42 дБ	40 дБ	38 дБ	

Уровень шума используемых в устройстве сервоприводов доходит до 60 дБ, что не соответствует нормам. Снизить уровень шума можно при помощи звукопоглощающих материалов, предназначенных для отделки стен и потолка помещений. Дополнительный звукопоглощающий эффект создается за счет использования занавесок из плотной ткани. Также уровень шума может быть снижен путем очистки или замены системы охлаждения персонального компьютера.

Уровнем шума от ветрогенератора можно пренебречь, так как он находится вне помещения на высоте не менее 15 метров.

Рабочее помещения с ЭВМ не должны граничить с помещениями, в коих уровень шума выше нормируемых значений, представленные в ГОСТ 12.1.003-2014.

5.2.1.3 Недостаток освещенности в помещениях, оборудованных компьютерами

Освещения на рабочем месте - особый вид освещения, служащий, для создания оптимальных условий трудовой деятельности работников. Основная задача такого освещения: обеспечить такую освещенность рабочего помещения, которая будет наилучшим образом соответствовать характеру выполняемой работы и получения максимальной продуктивности от рабочей силы.

Искусственное освещение используется помещениях, для которых испытывается недостаток естественного освещения, может так же использоваться для освещения помещений в те часы суток, когда естественное освещение отсутствует. Освещенность измеряется в Лк – люксах.

Допустимые нормы:

Освещение должно быть равномерно распределено по всему помещению, в особенности для рабочей области человека. Яркость экрана должна быть не менее 35 кд/ м².

В соответствии с СанПиНом 2.2.2/2.4.1340-03, требование к искусственной освещенности на рабочих местах с компьютерами представлены в таблице 33.

Таблица 33 - Требование к искусственной освещенности на рабочих местах с компьютерами:

Освещенность на рабочем столе, лК	Освещенность на экране компьютера, Лк	Блик и на экране, кд/м ²	Прямая блескость источника света, кд/м ²	Коэффициент пульсации, %	Отношение яркости	
					между рабочими поверхностями	между поверхностями стен и оборудования
300-500	не выше 300лк	не выше 40 кд/м ²	200 кд/м ²	не более 5%.	3:1-5:1	10:1

Средства защиты:

Защита глаз от прямого излучения нитей накаливания достигается созданием защитного угла светильника, который должен быть не менее 40°.

5.2.1.4 Естественное освещение в помещениях, оборудованных компьютерами

Естественное освещение создается путем солнечного воздействия света через световые проемы в помещение. В повседневной жизни используются два вида источников освещения, это лампы накаливания и газоразрядные лампы.

Допустимые нормы:

В соответствии с СанПиНом 2.2.1/2.1.1.1278-03, коэффициент естественной освещённости (КЕО) — это параметр, характеризующий количество естественного света, поступающего в помещение. требования к естественному освещению общественных зданий представлены в таблице 34.

Таблица 34. - Требования к естественному освещению общественных зданий

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г - горизонтальная, В - вертикальная) и высота плоскости над полом, м	КЕО ϵ_n , %	
	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
Г-0,8	3,0	1,0

5.2.1.5 Электромагнитные поля в помещениях, оборудованных компьютерами

Ионизирующее излучение – поток микрочастиц, способных ионизировать вещество. Компьютер является источником электростатического и электромагнитного поля, в котором электромагнитные поля контролируются в двух диапазонах: от 5 Гц до 2 кГц, от 2 до 400 кГц.

Допустимые нормы:

В соответствии с СанПиНом 2.2.4.3359-1, ПДУ постоянного магнитного поля, приведена в таблице 35.

Таблица 35. - ПДУ постоянного магнитного поля

Нормируемые параметры		ПДУ
Напряженность электрического поля	5 Гц-< 2 кГц	25 В/м
	2 кГц-< 400 кГц	2.5 В/м
Напряженность магнитного поля	5 Гц-< 2 кГц	250 нТл
	2 кГц-< 400 кГц	25 нТл
Плотность потока энергии	300 МГц – 300 ГГц	10 мкВт/см ²
Напряженность электрического поля		15 кВ/м

5.2.1.6 Электрический ток.

Электрический ток относится к категории опасных факторов. В помещении, где производится разработка устройства, присутствует большое количество аппаратуры, использующей однофазный электрический ток напряжением 220 В и частотой 50 Гц, в том числе персональный компьютер, за которым происходит наладка программного обеспечения. Согласно ПУЭ, по опасности электропоражения, данное помещение относится к помещениям

без повышенной опасности. Это обусловлено отсутствием высокой влажности, высокой температуры, токопроводящей пыли и возможности одновременного соприкосновения с заземленными предметами и металлическими корпусами оборудования. Во время нормального режима работы оборудования опасность электро-поражения крайне мала, однако, возможны аварийные режимы работы, когда происходит случайное электрическое соединение частей оборудования, находящегося под напряжением с заземленными конструкциями.

Поражение человека электрическим током может произойти в следующих случаях:

- при прикосновении к токоведущим частям во время ремонта ПЭВМ;
- при однофазном (однополюсном) прикосновении незаземленного от земли человека к незаземленным токоведущим частям электроустановок, находящихся под напряжением;
- при прикосновении к нетоковедущим частям, находящимся под напряжением, то есть в случае нарушения изоляции;
- при соприкосновении с полом и стенами, оказавшимися под напряжением;
- при возможном коротком замыкании в высоковольтных блоках: блоке питания, блоке развертки монитора.

Мероприятия по устранению опасности поражения электрическим током сводятся к правильному размещению оборудования и применению технических средств защиты. К основным техническим средствам защиты от поражения электрическим током относятся:

- изоляция токопроводящих частей;
- защитное заземление;
- зануление;
- защитное отключение;

- предупредительная сигнализация и блокировки.

Безопасность при работе с электроустановками обеспечивается применением различных технических и организационных мер.

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя (работающего)

Минимальным требованиям к рабочим местам офисного персонала является соответствие их ряду основных норм:

1. на каждого сотрудника отводится минимум 4 кв.м площади без учета используемой техники, дополнительной мебели, проходов между рабочими местами.

2. рабочие места сотрудников, чья работа связана с повышенной концентрацией и высокими нагрузками на нервную систему, отделяются перегородками высотой 1,5-2 м.

3. соблюдение температурного режима при стандартном 8-часовом рабочем дне в диапазоне от 20 до 28°C в зависимости от сезона и интенсивности труда.

Обеспечение комфортного уровня освещенности рабочего места, включающей как естественное освещение (обязательное требование при работе с компьютерной техникой), так и искусственное.

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Утилизация отходов

Согласно ГОСТ 30772-2001 к отходам относятся остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью. В данной работе выявлены следующие источники загрязнения окружающей среды:

- аккумуляторные батареи;
- сервоприводы;
- солнечные панели.

Их составные части требуют специальной утилизации, поэтому эти источники загрязнения окружающей среды необходимо утилизировать по истечении срока службы.

Под утилизацией отходов понимается деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла, и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий.

В соответствии с классификацией отходов аккумуляторы отнесены ко 2 классу опасности ввиду содержания свинца, серной кислоты и других компонентов, вредных для экологии и человека.

Технология утилизации:

Изделия освобождаются от электролита. Это происходит на технологической линии, которая осуществляет весь процесс автоматически, чтобы исключить вредное воздействие паров и жидкости электролита на человека.

- Следующий этап – измельчение. Исходное сырье поступает в дробилку и одновременно обрабатывается раствором соды, которая нейтрализует остатки электролита.
- Раздробленное сырье поступает в электромагнитный сепаратор, где происходит отделение металлосодержащей фракции.
- Вибрационный грохот с ячейками различного размера сортирует крупные элементы и отправляет их на повторное измельчение.

- Фракция, соответствующая оптимальному размеру, поступает в сепаратор для разделения.
- После процедуры обезвоживания и сепарации получают сырье – свинец и полимерную фракцию (полипропилен и поливинилхлорид).

Утилизация солнечных панелей:

На данный момент утилизация солнечных панелей происходит за счет их дробления на составные части и их повторное использование при разработке новых солнечных батарей.

5.3.2 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

По пожарной и взрывопожарной опасности помещения производственного и складского назначения независимо от их функционального назначения подразделяются на следующие категории:

- повышенная взрывопожароопасность (А);
- взрывопожароопасность (Б);
- пожароопасность (В1 - В4);
- умеренная пожароопасность (Г);
- пониженная пожароопасность (Д).

Помещения на территории комбинированной солнечной станции, которые располагают в себе электрооборудование относятся к категории Б – взрывопожароопасное.

Пожарная опасность заключается в наличии источника зажигания [высокой температуры (до 150°C) теплоносителя (воды, пара, нагретого воздуха в системах кондиционирования, газового или электрического отопления)] и взрывопожароопасной газо-, паровоздушной среды, удаляемой системами вентиляции из зданий и помещений (обращающейся в системах вентиляции), способной воспламениться (взрываться) при контакте с различными источниками зажигания.

Основная задача пожарной профилактики, с одной стороны, заключается в том, чтобы исключить потенциальный источник зажигания в виде нагретых поверхностей (излучающих поверхностей) систем отопления, а с другой стороны, - исключить накопление взрывопожароопасной воздушной среды в помещении (удалить ее за пределы помещения).

В ходе пожарно-технического обследования также необходимо производить контроль работоспособности систем аварийной и противодымной вентиляции, которые призваны обеспечить безаварийность технологических процессов и безопасность людей при эвакуации из зданий и сооружений в случае пожара. Так же обязательно наличие первичных средств пожарной безопасности. К первичным средствам пожарной безопасности относят огнетушители, внутренние пожарные краны, пожарные щиты с инвентарем и ящиками с песком.

В целях обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок необходимо:

- Все электроустановки должны быть защищены аппаратами защиты от токов КЗ и других ненормальных режимов, могущих привести к пожарам и загораниям;
- Электрические сети и оборудование, используемые на комбинате, должны отвечать требованиям ПУЭ, ПТЭ и ПТБ;
- При эксплуатации электроустановки запрещается:
 - использовать электродвигатели и другое оборудование, поверхностный нагрев которого при работе превышает температуру окружающего воздуха более чем на 40 °С;
 - использовать кабели и провода с поврежденной изоляцией;

Для обеспечения пожарной безопасности:

- Помещения обеспечиваются средствами тушения пожара и связи для немедленного вызова пожарной команды;

- Первичные средства пожаротушения в производственных помещениях и на территории устанавливаются на специальные пожарные щиты (оборудуются 2-мя огнетушителями ОХП, лопатой, багром, топором, ведром, ящиком с песком).

- Пожарные краны внутреннего противопожарного водовода оборудуются рукавами и стволами, заключенными в шкафы;

- Местоположение пожарных кранов должно быть указано на схеме пожарного водовода;

- Места оборудования постов с первичными средствами пожаротушения согласуются с органами пожарной охраны;

- Использование пожарных средств для производственных и хозяйственных нужд запрещается.

В помещении вывешиваются плакаты на противопожарную тематику, у всех телефонов вывешена информация с номерами телефонов пожарной части.

Все рабочие и служащие проходят подготовку, состоящую из 93 противопожарного инструктажа (первичного и вторичного) и занятий по пожарно-техническому минимуму по специальной программе.

Средства пожаротушения.

В здание применяется спринклерная автоматическая установка пожаротушения. Она представляет собой разветвленную распределительную водопроводную сеть с распылителями водяных струй или воздушно-механической пены при помощи спринклерных головок.

Для быстрой локализации очагов возгорания служат ручные огнетушители, которые широко применяются на подстанциях.

Мероприятия по пожарной профилактике:

- организационные: включают в себя противопожарный инструктаж рабочих и служащих, издание приказов по пожарной безопасности и т.д.;

- технические:

- соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании помещений, при устройстве электропроводов и оборудования, отопления, вентиляции, освещения и правильное размещение оборудования.

5.3.3 Разработка действий в случае возникновения ЧС

В случае возникновения пожара, необходимо, предпринять меры по эвакуации персонала из помещения в соответствии с планом эвакуации здания, расположенный на каждом этаже здания. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни, необходимо произвести тушение огнетушителем. При потере контроля и/или стремительного разрастания пожара, необходимо эвакуироваться и ждать пожарную службу. Как только происходит возникновение пожара происходит запуск системы пожаротушения, издав и передает сигнал о пожаре на пункт пожарной станции сигнал, в случае если система не была установлена или еще по каким-либо причинам, система не сработала, необходимо самостоятельно вызывать пожарную службу по телефону 01, либо с мобильного 101.

Заключение.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы, была разработана мобильная система автономного энергоснабжения, на базе солнечных батарей и ветроустановки.

Была рассчитана необходимая мощность для обеспечения жизнедеятельности 3-х человек, и исходя из неё были подобраны необходимые компоненты.

Было разработано устройство управления поворотом солнечных панелей по направлению к солнцу, электрическая схема и написан код программы, включающий блоки:

- первичная настройка
- ввод основных данных
- автоматическое управление поворотом панелей по направлению к солнцу в течение светового дня
- защита от неблагоприятных погодных условий, обеспечивающая изменение положения солнечных батарей при сильном ветре и снегопаде.

В дальнейшем планируется модернизация системы, а именно:

- оптимизация энергопотребления нагрузки
- возможность автоматизированной локализации положения системы
- улучшение защиты системы

По результатам проработки раздела “финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение” рассчитан бюджет научно-технического исследования, а также была дана оценка научно-технического уровня НИР.

В результате проработки раздела “социальная ответственность” были рассмотрены вредные и опасные факторы при разработке данной работы и возможные чрезвычайные ситуации.

Список используемой литературы:

1. Международная научно-техническая конференция "Измерение, контроль, информатизация". АлтГТУ, 2016. Тема доклада: «Управление автономной гибридной солнечной энергетической установкой».
2. Алфёров Ж. И., Андреев В. М., Румянцев В. Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физика и техника полупроводников, 2004.
3. Кобзев А.В., Коновалов Б.И., Семенов В.Д. Энергетическая электроника. Учебное пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010.
4. Полный справочник по языку программирования С. [Электронный ресурс] URL: https://cpp.com.ru/shildt_spr_po_c/index.html. (дата обращения 12.05.2019).
5. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда): Учеб. пос. для вузов //П. П. Кукин, В.Л. Лапшин, Е. А. Подгорных и др. – М.: Высш. шк. 1999
6. Давыдов, Борис Ильич. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений / Б. И. Давыдов, В. С. Тихончук, В. В. Антипов. — Москва: Энергоатомиздат, 1984.
7. Максименко, Георгий Тарасович. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. — 3-е изд., перераб. и доп. — Киев: Будівельник, 1987. — 150 с.: ил.: 22 см. — Библиогр.
8. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. – 19-е изд., доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2014.
9. ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования к производственной среде. Методы измерения».
10. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

11. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
12. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы" (с изменениями на 21 июня 2016 года).
13. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
14. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).
15. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация.
16. ГОСТ 12.4.051-87 (СТ СЭВ 5803-86) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования и методы испытаний.
17. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

Приложение А.

**Таблица склонения Солнца в течение года
(средние значения за 4- летний цикл)**

Знак (+) означает, что Солнце севернее (выше) небесного экватора, а знак (-) – южнее (ниже).

Ден ь	ЯНВ	ФЕВ	МАР	АПР	МАЙ	ИЮН	ИЮЛ	АВГ	СЕН	ОКТ	НОЯ	ДЕК
1	-23,07	-17,33	-7,82	4,30	14,90	21,97	23,15	18,17	8,50	-2,95	-14,23	-21,72
2	-22,98	-17,05	-7,43	4,70	15,20	22,10	23,08	17,92	8,15	-3,33	-14,57	-21,87
3	-22,90	-16,77	-7,05	5,08	15,50	22,23	23,02	17,67	7,78	-3,73	-14,88	-22,02
4	-22,80	-16,47	-6,67	5,47	15,78	22,37	22,93	17,40	7,42	-4,12	-15,18	-22,17
5	-22,70	-16,17	-6,28	5,85	16,08	22,48	22,85	17,13	7,05	-4,50	-15,50	-22,30
6	-22,60	-15,87	-5,90	6,22	16,37	22,58	22,75	16,87	6,67	-4,88	-15,80	-22,42
7	-22,47	-15,57	-5,50	6,60	16,65	22,70	22,65	16,60	6,30	-5,27	-16,10	-22,53
8	-22,35	-15,25	-5,12	6,98	16,92	22,78	22,55	16,32	5,93	-5,65	-16,40	-22,65
9	-22,22	-14,93	-4,73	7,35	17,20	22,88	22,43	16,03	5,55	-6,03	-16,68	-22,77
10	-22,08	-14,62	-4,33	7,72	17,45	22,97	22,32	15,75	5,17	-6,42	-16,97	-22,87
11	-21,93	-14,30	-3,95	8,12	17,72	23,03	22,18	15,45	4,80	-6,80	-17,25	-22,95
12	-21,78	-13,97	-3,55	8,47	17,98	23,12	22,07	15,17	4,42	-7,17	-17,53	-23,03
13	-21,62	-13,63	-3,17	8,83	18,23	23,18	21,92	14,87	4,03	-7,53	-17,80	-23,12
14	-21,45	-13,30	-2,77	9,18	18,48	23,23	21,77	14,55	3,65	-7,92	-18,07	-23,18
15	-21,27	-12,97	-2,37	9,55	18,72	23,28	21,62	14,25	3,27	-8,30	-18,33	-23,23
16	-21,10	-12,62	-1,98	9,90	18,97	23,33	21,47	13,93	2,88	-8,67	-18,58	-23,28
17	-20,90	-12,27	-1,58	10,27	19,18	23,37	21,30	13,62	2,50	-9,03	-18,83	-23,33
18	-20,70	-11,92	-1,18	10,62	19,42	23,40	21,13	13,30	2,10	-9,40	-19,08	-23,37
19	-20,50	-11,57	-0,80	10,97	19,63	23,42	20,97	12,98	1,72	-9,75	-19,32	-23,40
20	-20,30	-11,22	-0,40	11,32	19,85	23,43	20,78	12,65	1,33	-10,12	-19,55	-23,42
21	-20,08	-10,87	0,00	11,65	20,07	23,43	20,60	12,32	0,95	-10,48	-19,78	-23,43
22	-19,87	-10,50	0,40	12,00	20,27	23,43	20,40	11,98	0,55	-10,83	-20,00	-23,43
23	-19,63	-10,13	0,78	12,33	20,47	23,43	20,20	11,65	0,17	-11,20	-20,22	-23,43
24	-19,40	-9,77	1,18	12,67	20,65	23,42	20,00	11,32	-0,23	-11,55	-20,43	-23,43

25	-19,17	-9,40	1,58	13,00	20,83	23,40	19,78	10,97	-0,62	-11,90	-20,63	-23,42
26	-18,92	-9,03	1,97	13,32	21,02	23,38	19,57	10,63	-1,00	-12,23	-20,83	-23,38
27	-18,67	-8,65	2,37	13,63	21,20	23,35	19,35	10,28	-1,40	-12,58	-21,02	-23,35
28	-18,42	-8,28	2,75	13,97	21,37	23,32	19,13	9,93	-1,78	-12,92	-21,20	-23,32
29	-18,15	-8,05	3,15	14,27	21,52	23,27	18,90	9,58	-2,17	-13,25	-21,38	-23,27
30	-17,88		3,53	14,58	21,68	23,22	18,66	9,22	-2,57	-13,58	-21,55	-23,20
31	-17,62		3,92		21,83		18,42	8,87		-13,92		-23,13