

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

Институт Энергетический
Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электропривода и электрооборудования

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Вторичный источник постоянного напряжения в системе автономного электропитания на базе микросхемы UC38

УДК 621.311.6.015:621.382.049.77

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗА	Осипов Владислав Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Михальченко Сергей Геннадьевич	д.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король Ирина Степановна	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ЭПЭО	Дементьев Юрий Николаевич	Ph.D., к.т.н.		

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

Институт Энергетический
Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Кафедра электропривода и электрооборудования

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой
_____ Дементьев Ю.Н.
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗА	Осипов Владислав Владимирович

Тема работы:

Вторичный источник постоянного напряжения в системе автономного электропитания на базе микросхемы UC38	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 873/с от 13.02.2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Непосредственный однотактный повышающий преобразователь (ПП) электрической энергии, предназначенный в качестве вторичного источника питания на входе автономного инвертора солнечной батареи, обеспечение безопасности СБ и АБ, достижение надёжности АБ и СБ в высоковольтных схемах с напряжением 220 В, уменьшении пульсаций входного напряжения преобразователя при работе от солнечной батареи, данные электрических нагрузок.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения о солнечных панелях, инверторах, контроллерах, аккумуляторах; 2. Анализ энергетического потенциала возобновляемых источников энергии; 3. Расчёт нагрузок; 4. Выбор оборудования; 5. Моделирование повышающего преобразователя напряжения; 6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 7. Социальная ответственность.
<p>Перечень графического материала</p>	<p>Принципиальные схемы, структурные схемы, графики выходных характеристик.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Ассистент кафедры менеджмента – Грахова Е.А.</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ – Король И. С.</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>15.02.2017</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Михальченко Сергей Геннадьевич	д.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗА	Осипов Владислав Владимирович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 97 с., 31 рис., 31 табл.,
_____31_____источников, 3 прил.

Ключевые слова: Повышающий преобразователь напряжения (ППН), сетевой инвертор, солнечная батарея, стабилизация напряжения, микроконтроллер, солнечный модуль, солнечная радиация, накопитель электрической энергии.

Объектом исследования является повышающий преобразователь напряжения, входящий в состав сетевого инвертора солнечных батарей.

Цель работы – Проект солнечной мини электростанции с накопителями электрической энергии, способной обеспечить бесперебойное электроснабжение автономного потребителя. Разработать повышающий преобразователь напряжения с ШИМ на базе контроллера UC3845A. Выбрать АБ, солнечную панель, инвертор.

В процессе исследования проводились расчет и выработки электрической энергии солнечными модулями, расчет и выбор емкости накопителей, разработка схемы стабилизатора напряжения в составе солнечной электростанции, выбор оборудования солнечной электростанции. Исследован контролёр UC3845A в качестве системе управления ППН повышающего преобразователя, построена схема, рассчитана силовая цепь, полученные результаты подтверждены экспериментами на имитационной модели в среде LTspice.

В результате исследования построены графики выработки и потребления электрической энергии, выбраны тип и емкость аккумуляторных батарей, разработана структурная схема солнечной электростанции и выбрано основное оборудование в соответствии со схемой. Отмоделирована работа преобразователя в режиме изменения питающего напряжения и нагрузки, проанализированы качества стабилизации входного напряжения, подаваемого

на инвертор с возможностью получить от солнечной батареи максимальную мощность.

Область применения: используется для передачи энергии солнечных батарей для питания автономного потребителя мощностью до 5 кВт. Есть возможность использования частными лицами в целях экономии электроэнергии.

Экономическая эффективность/значимость работы: использование стабилизатора в цепи от солнечной батареи обусловлено возможностью получить максимальную мощность стабилизированного напряжения, что гарантирует требуемый ГОСТом качество напряжения на выходе инвертора.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ВИЭ – возобновляемый источник энергии; ФЭУ – фотоэлектрическая установка; АКБ – аккумуляторная батарея; СЭ – солнечные элементы; СП - солнечные панели; АФС – автономные фотоэлектрические системы; ФЭС – фотоэлектрическая система; ШИМ – широтно-импульсная модуляция; ППН – повышающий преобразователь напряжения; АИН – автономный инвертор напряжения.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	9
2. Общие сведения.....	12
2.1. Использование систем солнечной энергии в мире.....	12
2.2. Фотоэлектрические системы.....	14
2.3. Фотоэлектрические солнечные элементы (ФСЭ).....	19
3. Типы и характеристики солнечных и аккумуляторных батарей.....	21
3.1. Типы солнечных модулей.....	21
3.2. Характеристики аккумуляторных батарей.....	27
3.3. Типы инверторов, технические характеристики.....	29
4. Технический расчёт и выбор оборудования.....	33
4.1. Расчет электрических нагрузок.....	33
4.2. Выбор солнечных модулей.....	35
4.3. Выбор аккумуляторных батарей и инвертора.....	37
5. Исследование ППН на базе контроллера UC3845A.....	38
5.1. Задачи и функции, выполняемые преобразователем.....	38
5.2. Расчет силовой цепи.....	40
5.3. Моделирование ППН с в программном пакете LTspice.....	42
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...52	
6.1. Техничко-экономическое обоснование НИР.....	52
6.2. Планирование научно-исследовательской работы.....	59
6.3. Формирование бюджета НИР.....	61
6.4. Оценка целесообразности исследования.....	64
7. Социальная ответственность.....	72
7.1. Введение.....	72
7.2. Вредные и опасные производственные факторы.....	73
7.3. Производственная санитария.....	75
7.4. Микроклимат производственных помещений.....	82
7.5. Экологическая безопасность.....	84
7.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	85

7.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности....	88
Заключение.....	91
Список литературы.....	92
Приложение А.....	94
Приложение В.....	95
Приложение С.....	96

1. Введение

Одним из главных показателей, определяющих уровень развития общества, является его энерговооруженность. При этом, с каждым годом потребности населения земли в энергии возрастают всё больше и больше. Потребление энергии, за историю развития населения нашей планеты, выросло более чем в 100 раз.

В настоящее время энергетика является топливной, то есть более чем на 90% основывается на использовании химического топлива на базе горючих природных ископаемых: угля, газа, нефти и продуктов их переработки, а именно - припасах, которые на планете ограничены и будут так или иначе когда-нибудь истощены. Такое положение дел приводит к необходимости поиска новых источников энергии и получения на их основе синтетических видов топлива. Речь идет о синтезе веществ с энергозатратой, которые можно было бы использовать в качестве удобного для потребления искусственного горючего. Также нужно взять во внимание возрастающие трудности населения земли, связанные с защитой среды от термического, радиационного и химического загрязнения, которые определяют ужесточение требований к экологическим показателям энергодобывающих процессов.

Солнечная энергия - это кинетическая энергия излучения (в основном видимого диапазона), которая образуется в результате реакций в недрах Солнца. Так как её запасы практически неисчислимы (Солнце будет «светить» ещё примерно 4 млрд лет), её относят к возобновляемым энергоресурсам. В естественных экосистемах только небольшая часть солнечной энергии поглощается хлорофиллом, содержащимся в листьях растений, и используется для фотосинтеза, т. е. образования органического вещества из углекислого газа и воды. Таким образом, она улавливается и запасается в виде потенциальной энергии органических веществ. За счет их разложения удовлетворяются потребности в энергии всех остальных компонентов экосистем. Подсчитано, что даже небольшого процента солнечной энергии вполне достаточно для

обеспечения нужд промышленности, транспорта и нашего быта не только сейчас, но и в обозримом будущем. Более замечательно то, что независимо от того, будем мы ее использовать или нет, на состоянии биосферы и энергетическом балансе Земли и это никоим образом не отразится.

Солнце - это источник энергии очень большой мощности. Всего лишь двадцать два дня солнечного сияния по суммарной мощности, приходящей на нашу планету, равны всем запасам органического топлива на земле. На практике солнечную радиацию можно преобразовать в электроэнергию как непосредственно, так и косвенно. Косвенное преобразование может быть проделано путем концентрации солнечной радиации с помощью следящих зеркал для превращения в пар воды и последующего использования пара для генерирования электричества привычными способами. Подобная система может работать лишь при прямом освещении солнечными лучами. Прямое преобразование солнечной энергии в электрическую может быть осуществлено с использованием фотоэлектрического эффекта. Элементы, изготовленные из специального полупроводникового материала, например, кремния, при прямом солнечном облучении обнаруживают разность в вольтаже на поверхности, т.е. наличие электрического тока. [1]

Генерирование солнечной энергии имеет ряд проблем, которые связаны со стоимостью фотопанелей, их утилизацией, а также несовершенством устройств преобразования энергии в этих системах. Всё это требует создания источников питания на современной элементной базе, а также систем их управления, позволяющих достигать высоких показателей энергоэффективности. К подобным источникам относятся сетевые (рис. 1.1) и автономные инверторы (рис. 1.2) солнечных батарей (далее СБ), которые имеют в своей структуре звено постоянного тока на входе DC-AC преобразователя. В случае с автономным инвертором потребителю электроэнергии обязательно требуется резервный источник питания в связи с отсутствием в ночное время солнечного света. Таким образом, предполагается

наличие аккумуляторной батареи (далее АБ) на входе звена постоянного тока и контроллера заряда, который также может быть выполнен в виде преобразователя постоянного напряжения с широтно-импульсной модуляцией (далее ШИМ). В составе сетевого инвертора СБ звено постоянного тока необходимо как для расширения диапазона работы устройства, так и для отслеживания точки максимальной мощности вольтамперной характеристики СБ.

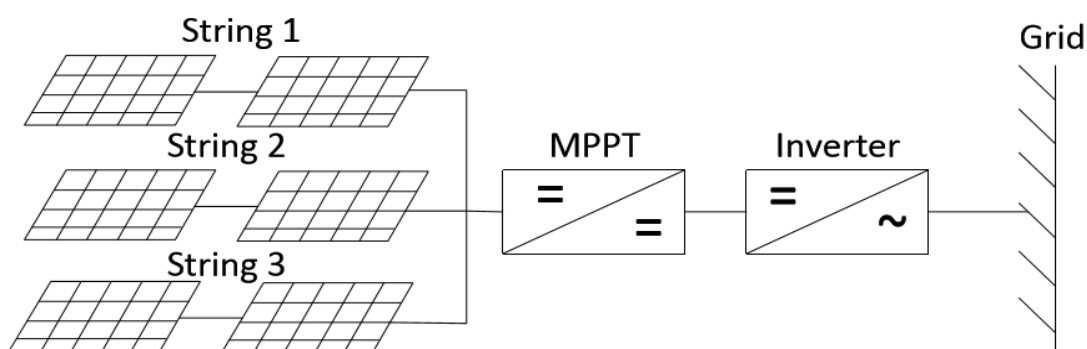


Рис. 1.1. Структурная схема сетевого инвертора

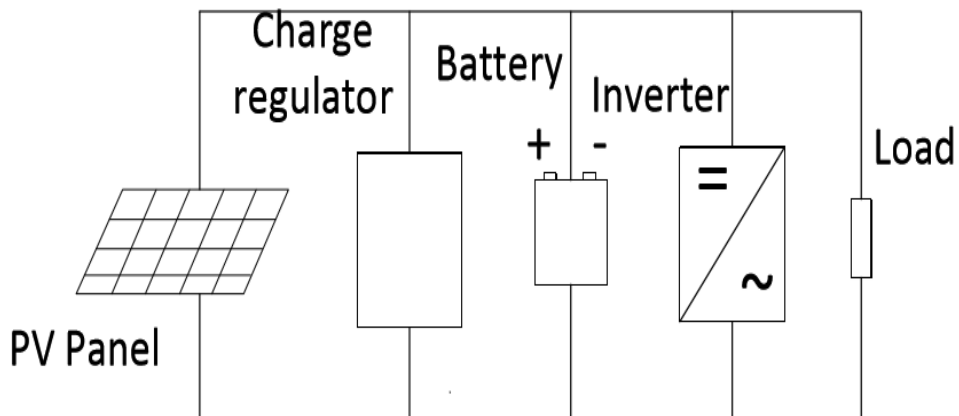


Рис. 1.2. Структурная схема автономного инвертора С

В качестве звена постоянного тока на входе инверторов обоих типов как правило используется повышающий преобразователь напряжения (далее

ППН), так как напряжение солнечных панелей обычно невелико. В то же время ППН обладает наилучшим соотношением простоты и энергоэффективности, по сравнению с другими типами DC-DC преобразователей (понижающий, инвертирующий и преобразователь, выполненный по схеме Кука). [2] Если представить математическое описание полупроводниковых преобразователей электрической энергии с импульсной модуляцией, то это будет система нелинейных дифференциальных уравнений. Основным элементом, который определяет нелинейность контура регулирования силовым преобразователем, является импульсный модулятор. Режим работы с тактовой частотой колебаний ШИМ является основным режимом замкнутых систем преобразования электрической энергии. Для солнечных инверторов актуален вопрос выявления допустимой области параметров, поскольку входное напряжение для этих устройств является функцией освещённости СБ, изменяющейся в широком диапазоне. [3]

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

2.1 Использование систем солнечной энергии в мире.

Системы использования солнечной энергии во многом совершенны и абсолютно экологически безопасны. Люди по всему миру начинают отказываться от использования более традиционных видов топлива из-за роста цен на нефть и газ. Так, например, в Германии уже 47% жилых домов имеют солнечные коллекторы для нагрева воды.

Во многих странах мира уже разработаны государственные программы по развитию использования энергии солнца. В Германии это программа “100000 солнечных крыш”, в США аналогичная программа называется “Миллион солнечных крыш”.

Солнечную энергию используют в самых разных отраслях: от снабжения частного дома до питания космических станций. Уже давно существуют солнечные здания, мосты, поезда, самолеты. Наглядный пример -

швейцарский проект «Solar Impulse 2», представляющий собой пилотируемый самолет на солнечных батареях. В марте 2015 года именно он совершил кругосветное путешествие, продемонстрировав при этом поразительные возможности альтернативной энергетики. В начале июля того же года этот летательный аппарат на солнечных батареях побил рекорд в мировой авиации по длительности беспосадочного полета без какой-либо дозаправки. Швейцарец Андре Боршберг, находившийся за штурвалом самолета, провел в воздухе восемьдесят часов, пролетев 5 663 км. Таким образом, «Solar Impulse 2» превысил показатели, установленные в 2006 году Стивом Фоссеттом при перелете, продолжавшимся семьдесят шесть часов и сорок пять минут на реактивном самолете «Virgin Atlantic Global Flyer». Одновременно с этим, «Solar Impulse 2» побил рекорды дальности полёта, а также длительности нахождения в полете для авиации на солнечных батареях.

Не менее яркий пример успешного применения солнечной энергии - мост Блэкфрайарз в Лондоне. Этот крупнейший в мире мост с "солнечной" крышей оборудован в общей сложности 4400 фотоэлектрическими панелями «Panasonic HIT», пиковая мощность каждой из которых составляет 250 ватт. Общая площадь составляет 19 685 квадратных футов. Ожидается, что панели будут генерировать до 900 тысяч киловатт-часов в год. Благодаря этому планируется обеспечить примерно 50% от годовой потребности вокзала в электричестве, а также сократить выбросы углекислого газа в атмосферу на 563 тонны в год.

А в 2017 году в ОАЭ откроют первый в мире отель сети «InterContinental Hotels Group», который полностью будет обеспечиваться электроэнергией от солнечных батарей. «InterContinental» также будет подключен к городской электросети. Таким образом, излишки вырабатываемой энергии поступят на продажу сторонним потребителям. Эти меры позволят снизить стоимость электроэнергии примерно на 25-30%.

Ярым приверженцем альтернативных источников энергии является Элон Маск, глава таких компаний как «SpaceX» и «Tesla Motors». В области "зеленых" технологий он представил аккумуляторную систему «Tesla Energy». Данные аккумуляторные блоки будут выпускаться в двух версиях — ёмкостью 7 и 10 кВт·ч. Первая модель предназначена для повседневного домашнего использования, вторая — в первую очередь для подачи энергии в таких случаях, как авария или техногенная катастрофа. Питается данная система от солнечных батарей или обычной электросети и при отключении электричества переводит подключенный к ней дом на полностью автономное энергоснабжение. [4]

2.2 Фотоэлектрические системы

Фотоэлектрическая система (далее ФЭС) представляет собой набор фотоэлектрических модулей и дополнительной аппаратуры. ФЭС предназначен прежде всего для системы электроснабжения. Система электроснабжения автономного потребителя на базе фотоэлектрической солнечной батареи состоит из следующих компонентов рис. 2.1.

- солнечная панель (или солнечная батарея) необходимой мощности (набор фотомодулей) – преобразуют энергию солнца в электрическую;
- контроллер заряда аккумуляторной батареи, регулирующий заряд аккумуляторов и предотвращающий губительный для батареи глубокий разряд и перезаряд, продлевая срок ее службы;
- батарея аккумуляторов (далее АБ) – она накапливает и сохраняет, вырабатываемую модулями в течение дня электроэнергию для дальнейшей её отдачи в нужный момент;
- инвертор – преобразует постоянный ток в переменный с напряжением 220 В и чистым “синусоидальным” сигналом на выходе. Инвертор должен иметь все виды защиты (от короткого замыкания, перегрузки, перегрева и др.);

- энергоэффективная нагрузка – потребители постоянного и переменного тока.

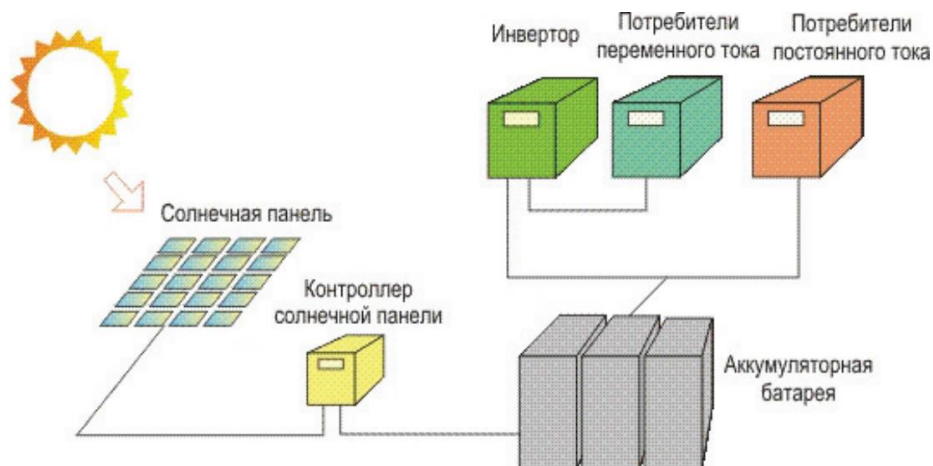


Рис. 2.1 Общая схема построения солнечной ФЭС в качестве аккумуляторно-инверторного источника питания 220 В.

Для того, чтобы фотоэлектрические модули служили надежным источником электроэнергии, необходимы дополнительные элементы в их системе, такие как: кабели, поддерживающая структура и, в зависимости от типа системы (соединенная с сетью, автономная или резервная), еще и электронный инвертор, и контроллер заряда с аккумуляторной батареей. Такая система в целом называется солнечной станцией или солнечной фотоэлектрической системой.

Можно выделить три основных типа солнечных фотоэлектрических систем [5]:

- Автономные системы, обычно применяемые для электроснабжения отдельных потребителей; (рис. 2.2)
- Системы, соединенные с сетью (рис. 2.3);
- Резервные системы (рис. 3.4).

Автономные фотоэлектрические системы (далее АФС) используются где нет сетей централизованного электроснабжения. Для обеспечения энергией в

темное время суток или в периоды без яркого солнечного света в ней необходима аккумуляторная батарея. АФС часто используются для электроснабжения отдельных потребителей. Малые системы позволяют питать только базовую нагрузку (освещение и иногда телевизор или приборы). Более мощные системы могут также питать водяной насос, радиостанцию, холодильник, электроинструмент и подобные.

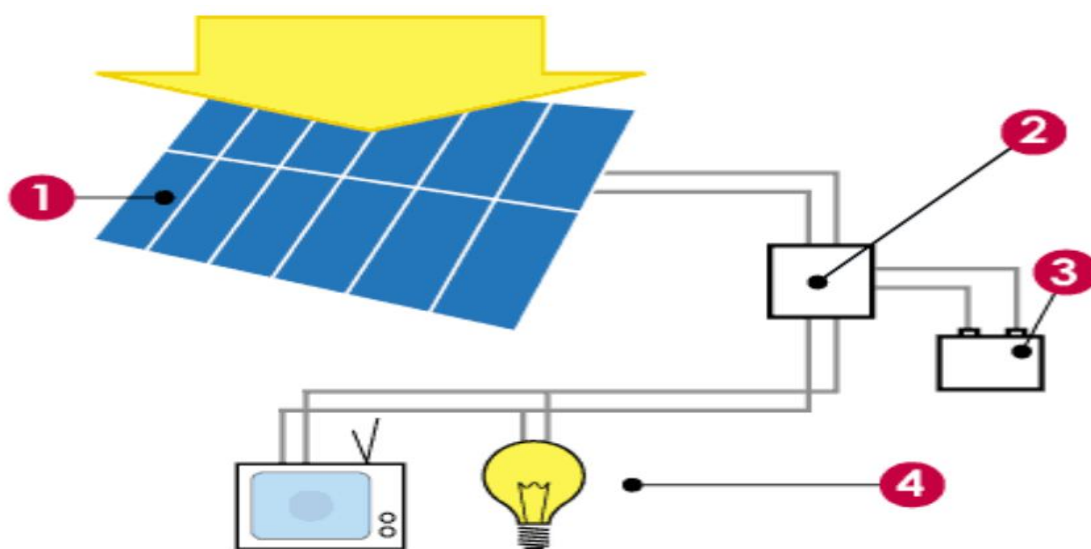


Рис. 2.2. Автономная фотоэлектрическая система: 1. солнечные панели, 2. контроллер 3. аккумуляторная батарея (АБ), 4. нагрузка.

Система состоит из солнечной панели, контроллера, аккумуляторной батареи, кабелей, электрической нагрузки и поддерживающей структуры.

Фотоэлектрические системы, соединенные с электросетью.

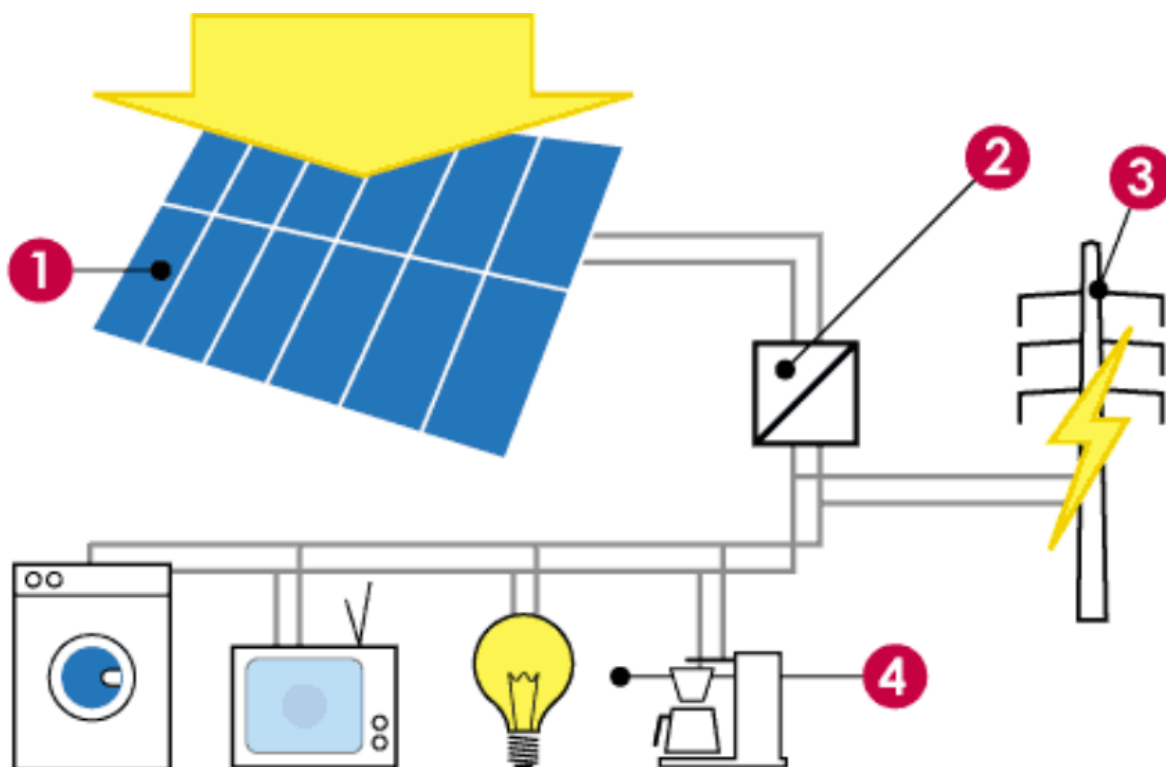


Рис. 2.3. Фотоэлектрическая система, соединенная с электросетью: 1.солнечные панели, 2.инвертор, 3.сеть, 4.нагрузка.

Когда есть сеть централизованного электроснабжения, но есть желание иметь электроэнергию от чистого источника, а именно солнца, то солнечные панели могут быть соединены с сетью. При условии подключения достаточного количества фотоэлектрических модулей, определенная часть нагрузки в доме может питаться от солнечного электричества. Соединенные с сетью фотоэлектрические системы обычно состоят из одного или нескольких модулей, инвертора, кабелей, поддерживающей структуры и электрической нагрузки. Инвертор используется для соединения фотоэлектрических панелей с сетью. Существуют также так называемые АС-модули, в которых инвертор встроен в заднюю часть модуля. Солнечные панели могут быть установлены на крыше здания под оптимальным углом наклона с помощью поддерживающей структуры или алюминиевой рамы. Простые системы с АС-модулями и заводскими поддерживающими структурами выпускаются все в более крупных масштабах.

Резервные солнечные системы используются там, где есть соединение с сетью централизованного электроснабжения, но сеть ненадежна, в связи с частыми веерными отключениями. Резервные системы могут использоваться для электроснабжения в периоды, когда нет напряжения в сети. Малые резервные солнечные системы электроснабжения питают наиболее важные нагрузки - освещение, компьютер и средства связи (телефон, радио, факс и т.п.). Более крупные системы могут также снабжать энергией холодильник во время отключения сети. Чем больше мощность, необходимая для питания ответственной нагрузки, и чем продолжительнее по времени периоды отключения сети, тем большая мощность фотоэлектрической системы требуется.

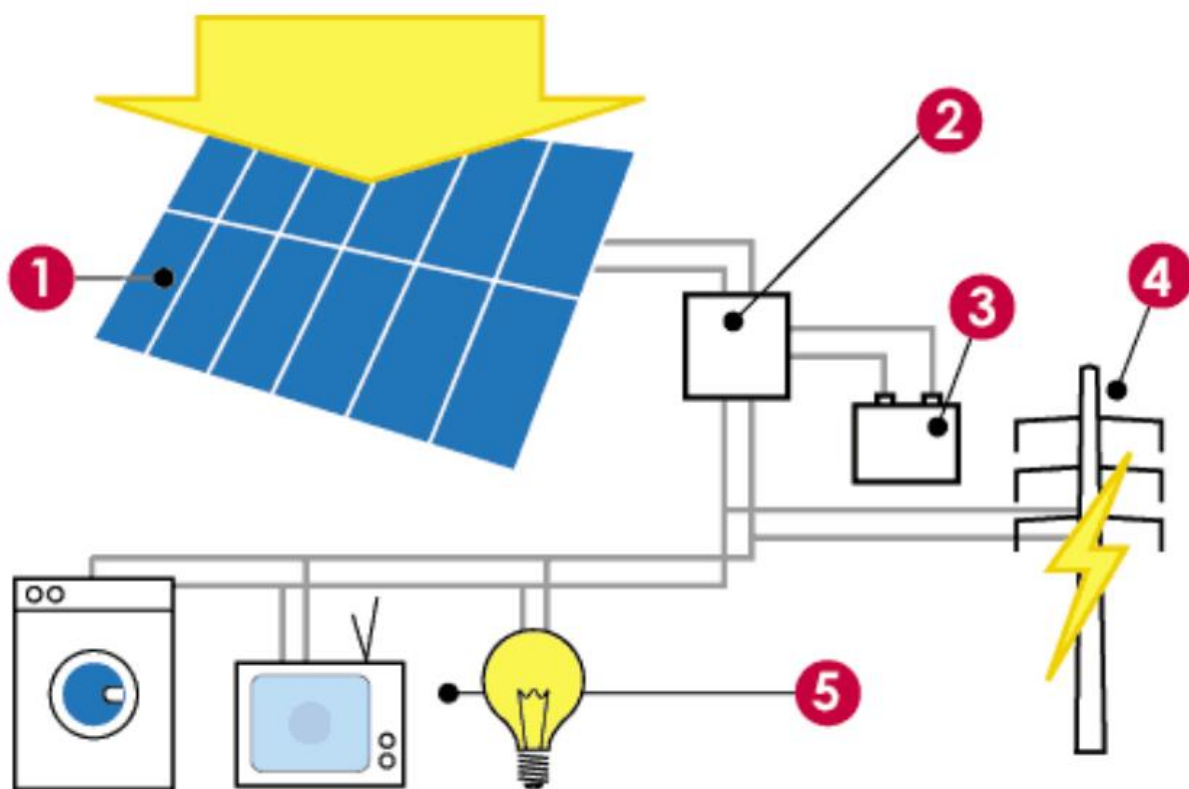


Рис. 2.4. Резервная фотоэлектрическая система: 1.солнечные панели, 2.инвертор, 3.батарея 4.сеть, 5.нагрузка.

Система состоит из фотоэлектрических модулей, контроллера, аккумуляторной батареи, кабелей, инвертора, нагрузки и поддерживающей структуры.

2.3 Фотоэлектрические солнечные элементы (ФСЭ)

Преобразование энергии в ФСЭ основано на фотоэлектрическом эффекте в неоднородных полупроводниковых структурах при воздействии на них солнечного излучения. Характеристики ФСЭ зависят от количества солнечного света, приходящегося на поверхность элемента.

Устройство и принцип действия фотоэлектрического (солнечного) элемента представлены на рисунках 3.5 и 3.6.

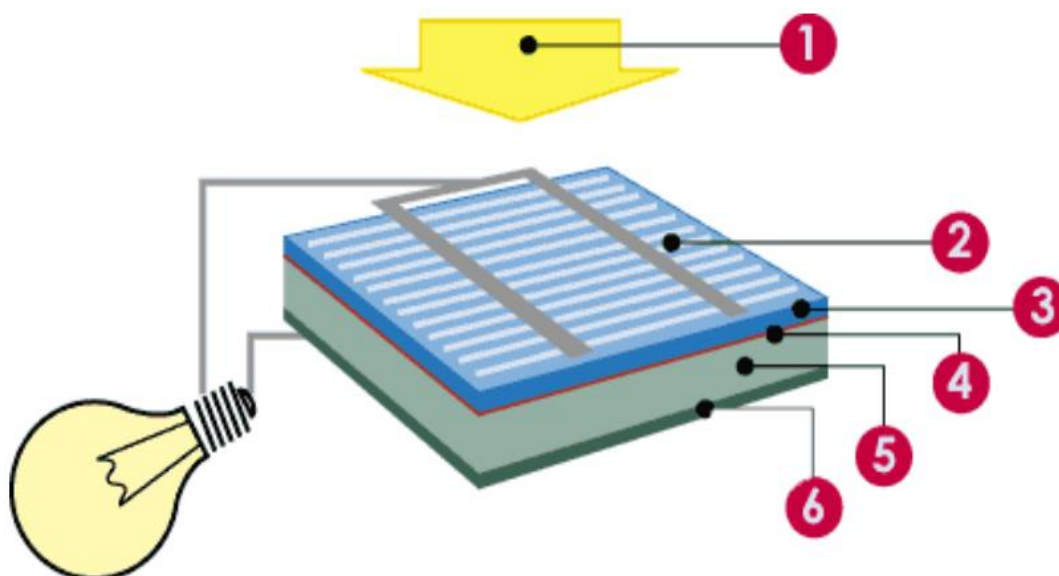


Рис. 2.5. 1 солнечное излучение (фотоны), 2. фронтальный контакт элемента, 3. негативный (отрицательный) слой элемента, 4. слой p-n перехода, 5. позитивный (положительный) слой элемента, 6. тыльный контакт элемента

Солнечные элементы (далее СЭ) изготавливаются из материалов, которые напрямую преобразовывают солнечный свет в электричество. Большая часть, из выпускаемых в настоящее время, СЭ изготавливается из кремния. Кремний является полупроводником. Он широко распространен на земле в виде песка или «кварцита», который является диоксидом кремния

(SiO₂). Другая область применения кремния - электроника, где кремний используется для производства микросхем и полупроводниковых приборов.

Фотоэлектрическая генерация энергии обусловлена пространственным разделением положительных и отрицательных носителей заряда при поглощении в полупроводнике электромагнитного излучения.

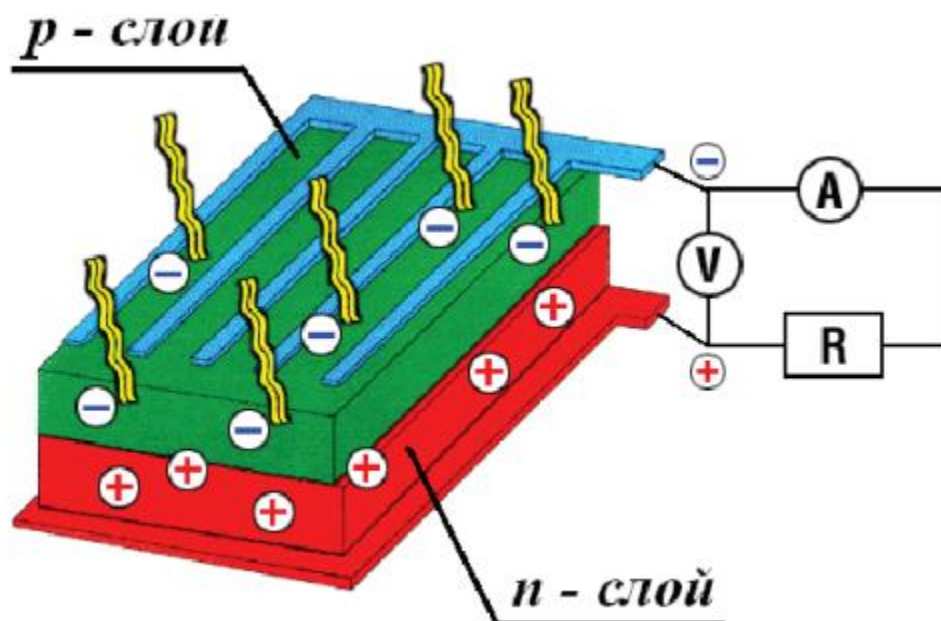


Рис. 2.6. Принцип действия фотоэлектрического элемента

Солнечный элемент состоит из двух соединенных между собой кремниевых пластинок. Свет, падая на верхнюю пластинку, выбивает из нее электроны, посылая их на нижнюю пластинку.

Таким образом создается ЭДС элемента. Последовательно соединенные элементы являются источником постоянного тока. Несколько объединенных фотоэлектрических преобразователей представляют собой ничто иное как солнечную батарею.

Пока солнечный элемент освещается, процесс образования свободных электронов продолжается, соответственно, генерируется электричество.

Материалы, из которых делается солнечный элемент - это полупроводники, обладающие особыми свойствами.

3. ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ И АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

3.1. Типы солнечных модулей

Солнечные панели из монокристаллических фотоэлектрических элементов

Солнечные панели из монокристаллических фотоэлектрических элементов более эффективны, но также являются и более дорогими в пересчете на ватт мощности. Их КПД, как правило, колеблется в диапазоне от 14 до 16%.

Основной материал - крайне чистый кремний, который проходит несколько стадий очистки от вредных и нежелательных примесей. Данный материал хорошо изучен и освоен в области производства полупроводников. Кремниевый монокристалл растет из семени, которое медленно вытягивается из кремниевого расплава. Стержни, полученные таким путем, режутся на части толщиной 0,2-0,4 мм.

Затем эти диски подвергаются ряду производственных технологических операций, таких как:

- обтачивание, шлифовка и очистка;
- наложение защитных покрытий;
- металлизация;
- антирефлексионное покрытие.



Рис. 3.1 Внешний вид панели из монокристаллических фотоэлектрических элементов

Обычно монокристаллические элементы имеют форму многоугольников, которыми трудно заполнить всю площадь панели без остатка из-за такой полигональной структуры. В результате удельная мощность солнечной батареи чуть ниже, чем удельная мощность отдельного её элемента.

Солнечные панели из поликристаллических фотоэлектрических элементов

Изготовление солнечной панели из поликристаллического кремния намного легче, так как этот материал состоит из случайно собранных совершенно разных монокристаллических решеток кремния.

Солнечные панели из поликристаллических фотоэлектрических элементов наиболее распространены, ввиду их оптимального соотношения цены и КПД среди всех разновидностей панелей. Их КПД составляет от 12 до примерно 15%. У элементов, образующих панель, характерный синий цвет и кристаллическая структура.



Рис 3.2. Внешний вид панели из поликристаллических фотоэлектрических элементов

Поликристаллический кремний формируется, когда кремниевый расплав контролируемо медленно охлаждается. При производстве поликристаллических панелей операция вытягивания, характерная для производства монокристаллических элементов, не осуществляется, что делает производство ещё и менее энергоёмким, соответственно и более дешевым. Однако, внутри кристалла поликристаллического кремния имеются области, которые отделены зернистыми границами, вызывающие меньшую эффективность элементов.

Солнечные панели из аморфного кремния

Солнечные батареи, изготовленные из аморфного кремния, обладают одним из самых низких КПД. Обычно его значения колеблются в пределах 6-8%. Однако стоит заметить, что среди всех кремниевых технологий фотоэлектрических преобразователей они вырабатывают самую дешевую электроэнергию из-за дешевизны производства и, как следствие, низкой себестоимости элементов.

Аморфный кремний можно получить при помощи «техники испарительной фазы», когда тонкая пленка кремния осаждается на несущий материал и затем защищается покрытием. Эта технология имеет ряд преимуществ и недостатков.

Преимущества:

- процесс производства солнечных панелей на основе аморфного кремния относительно простой и недорогой;
- возможность производства элементов большой площади;
- низкое энергопотребление.

Недостатки:

- эффективность преобразования значительно ниже, чем в кристаллических элементах;
- элементы подвержены процессу деградации. Данный процесс вызван более быстрым, чем у кристаллических аналогов, выгоранием слоев кремния под воздействием солнечной радиации. Таким образом, эффективность солнечных батарей на основе аморфного кремния уже через два месяца эксплуатации снижается почти на целых 20%. В целом, их срок службы составляет не более 8-10 лет.



Рис. 3.3. Внешний вид панели из аморфного кремния

Солнечные панели из теллурида кадмия.

Солнечные панели, изготовленные из теллурида кадмия (CdTe), создаются также на основе пленочной технологии. Полупроводниковый слой, толщиной в несколько сотен микрон, наносят на подложку.

Эффективность элементов из теллурида кадмия невелика, их КПД составляет около 11%. Однако, в сравнении с кремниевыми панелями, ватт мощности этих батарей обходится на несколько десятков процентов дешевле.



Рис 3.4 Внешний вид панели из теллурида кадмия

Солнечные панели из CIGS

CIGS - это полупроводник, состоящий из меди, индия, галлия и селена. Пленку данного состава получают путем распыления меди, индия и галлия с дальнейшей обработкой парами селена. В сравнении с панелями из теллурида кадмия, CIGS обладает более высокой эффективностью, величина его КПД доходит до 15%. Сегодня на мировом рынке наиболее заметны кристаллические кремниевые элементы (около 85% мирового рынка). Солнечные панели из поликристаллических и монокристаллических фотоэлектрических элементов наиболее распространены ввиду их оптимального соотношения цены и КПД среди всех разновидностей солнечных панелей.

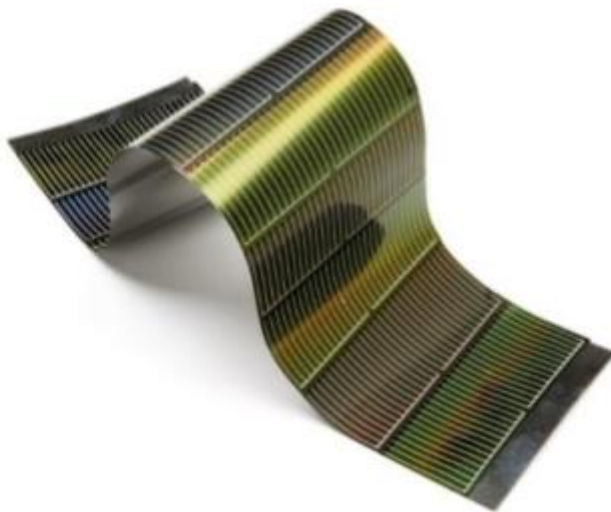


Рис 3.5. Внешний вид панели из CIGS проводника

Тонкопленочные солнечные элементы (около 15% рынка) представляют также большой интерес в связи с их постоянным удешевлением, связанным с меньшим использованием чувствительного материала и более экономичными технологиями.

При осуществлении выбора солнечных батарей обратим своё внимание именно на батареи из кристаллического кремния.

Выбор в пользу кремниевых солнечных батарей обусловлен такими обстоятельствами как:

- Батареи на основе аморфного кремния имеют ярко выраженный недостаток - деградацию.

- Наиболее эффективные тонкопленочные элементы на основе CIGS технологии занимают всего лишь 2 % мирового рынка солнечных элементов. Поставка батарей такого типа практически не осуществляется на отечественный рынок в данный момент.

При выборе солнечных элементов возникает вопрос: «Сможет ли тот или иной тип фотоэлектрических преобразователей обеспечить необходимую

мощность для всей системы?» Одинаковую мощность всей установки можно получить с помощью любых типов солнечных батарей, однако более эффективные фотоэлектрические преобразователи займут меньше места, и соответственно, для их размещения понадобится гораздо меньшая площадь. Например, если для получения одного киловатта электроэнергии потребуется около восьми квадратных метров поверхности солнечной батареи на основе монокристаллического кремния, то панели из аморфного кремния займут уже около двадцати квадратных метров.

Приведенный пример, конечно же, не является абсолютным, так как на выработку электроэнергии фотоэлектрическими преобразователями влияет не только общая площадь солнечных панелей. Электрические параметры любой солнечной батареи определяются в так называемых стандартных условиях тестирования, а именно при интенсивности солнечного излучения 1000 Вт/кв.м, и рабочей температуре панели 25° С.

В странах Центральной и Восточной Европы, где интенсивность солнечного излучения редко достигает номинального значения, даже в солнечные дни фотоэлектрические панели работают с недогрузкой. Может показаться, что и температура 25° С тоже встречается не так уж и часто. Однако тут речь идет о температуре солнечной панели, а не о температуре воздуха [6].

3.2. Характеристики аккумуляторных батарей

Повысить эффективность использования солнечных элементов в автономных системах электроснабжения возможно за счет использования аккумуляторов как накопителей энергии.

Электрический аккумулятор – химический источник тока многоразового действия (вторичный химический источник тока), основная специфика его заключается в обратимости внутренних химических процессов, что обеспечивает его многократное циклическое использование (через заряд-

разряд) для накопления энергии и автономного электропитания различных электротехнических устройств и оборудования [7].

Разные типы аккумуляторов отличаются по основным параметрам: количеству циклов перезарядки, максимальному сроку хранения, отдаваемой емкости, внутреннему сопротивлению, размерам, объему электролита, температурному диапазону работы, возможностям ускоренной зарядки. Разрядные характеристики аккумуляторных батарей зависят от величины тока разряда. Срок службы аккумуляторов зависит от эксплуатационных особенностей, частоты и глубины заряда-разряда, величин зарядного и разрядного тока.

При проектировании системы автономного электроснабжения на базе возобновляемых источников энергии, рассмотрим гелевые аккумуляторные батареи. На сегодняшний день это наиболее совершенный тип аккумуляторов. Кроме того, эти типы аккумуляторов – мало обслуживаемые, следовательно, эксплуатационные затраты, связанные с их использованием, будут значительно ниже. В связи с этим, использование гелевых аккумуляторов наиболее удобно и выгодно для солнечных электростанций. Основные параметры, которыми обычно руководствуются при выборе электрических аккумуляторов, являются емкость, срок службы и стоимость.

Таблица 1 – Технические характеристики АКБ типа DELTA GX 12

Тип АКБ	U(B)	C(A*ч)	Д(мм)	Ш(мм)	В(мм)	Цена
DELTA GX 12-40	12	40	197	165	170	7300
DELTA GX 12-55	12	55	239	132	235	9400
DELTA GX 12-75	12	75	258	166	215	12700
DELTA GX 12-100	12	100	330	171	220	15000
DELTA GX 12-150	12	150	482	170	240	23000
DELTA GX 12-200	12	200	522	238	227	29300
DELTA GX 12-230	12	230	520	269	208	34300

Свинцово-кислотный аккумуляторы «DELTA» серии GX изготовлены по технологии GEL. В качестве электролита используется загущенная серная кислота в виде геля, что обеспечивает устойчивость аккумулятора к глубоким разрядам и высокую стабильность.

3.3. Типы инверторов, технические характеристики

В энергетике весьма часто возникает необходимость преобразования одних величин в другие потому, что электрическую энергию производят источники переменного или постоянного тока. Для них создаются соответствующие потребители: электродвигатели, трансформаторные устройства, бытовые приборы.

Во многих отраслях деятельности, как и в альтернативной энергетике, возникает необходимость эксплуатации потребителей от комбинированных источников. Аккумуляторные батареи заряжают, а радиотехнические приборы, компьютерные устройства питают постоянным током или выпрямленным от генераторов электроэнергии с вращающимся электромагнитным полем.

Обратную задачу работы электродвигателей синусоидальных гармоник бытовых электроприемников от источников постоянного тока решают преобразованием электроэнергии в переменную с помощью специально разработанных сложных электрических конструкций, которые называют инверторами.

Назначение и задачи инвертора

По способу подключения к солнечной станции, потребителям и аккумуляторам инверторы подразделяются на:

- сетевые,
- автономные,
- гибридные.

Сетевые модели с обозначением “on grid” работают от солнечной электростанции на нагрузки общественной электрической сети. Они больше всего используются в системах с мощностями, превышающими 10 кВт.

Автономные инверторы обозначают “off grid”. Их подключают к домашним бытовым потребителям, а запитывают от аккумуляторных батарей, подзаряжаемых солнечными модулями через контроллеры.

Гибридные конструкции используют оба метода подключения. Они хорошо сочетаются со схемами источников бесперебойного питания, могут посредством автоматики контроллера работать от аккумуляторной батареи и/или солнечного модуля при необходимости.

Принципы работы инвертора

Во время эксплуатации небольшая часть приложенной энергии теряется на нагрев элементов схемы и побочные процессы. Поэтому выходная мощность всегда ниже затраченной. Эффективность хорошей конструкции определяется КПД с величиной 90 - 95%.

Инвертор принято считать генератором периодического напряжения, которое по форме очень близко к синусоидальным гармоникам или значительно отличается от него формой выходного сигнала.

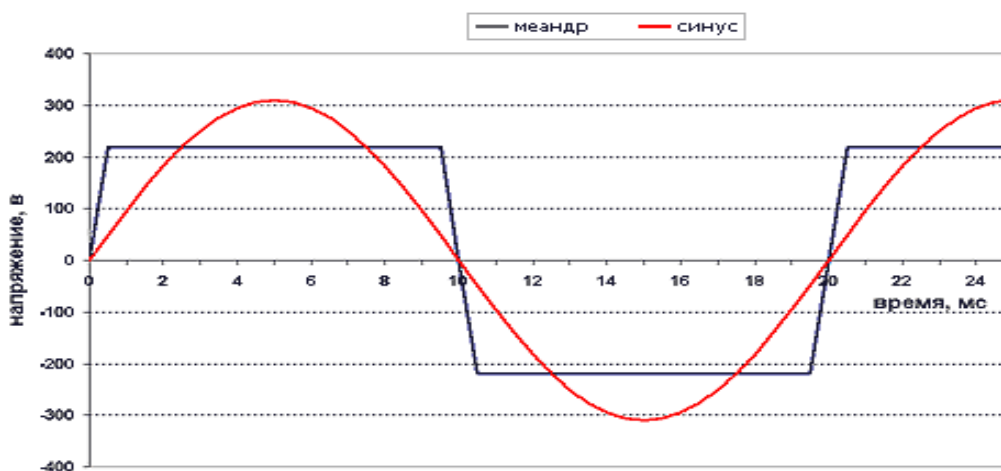


Рис 3.6. - Графики синусоидального колебания и его аналога, вырабатываемого инвертором (меандр)

На графике представлены принципиальные виды синусоиды и близкого к ее виду напряжения на выходе инвертора, которое принято называть «Меандр». В зависимости от сложности конструкции с возможностями реализации ею различных функций форма меандра может быть еще больше приближена к характеристикам синуса или заглублена, напоминая на каждой полуволне своим видом обыкновенные трапеции или даже прямоугольники.

Для домашних солнечных электростанций в России наибольшим спросом пользуются схемы, создающие одну фазу переменного напряжения с величиной 220 вольт.

Для преобразования постоянного тока инвертор может работать по трансформаторной схеме или без нее. Наличие трансформатора значительно утяжеляет конструкцию, но позволяет создавать высококачественный выходной сигнал.

Система охлаждения устройства может использовать принудительно работающий вентилятор. В дорогих конструкциях уделяется внимание:

- бесшумности,
- использованию нескольких режимов работы, зависящих от нагрузки (особенно при перегреве).

Выпускаемые промышленностью инверторы могут из однофазных систем объединяться в трехфазные устройства повышенной мощности. Они способны выполнять различные задачи вплоть до передачи излишек вырабатываемой электроэнергии в промышленную сеть. [8]

Основные правила выбора инвертора

Бытовые приборы постоянного тока и аккумуляторы эксплуатируют стандартные значения напряжений 12/24/36/48 вольт в зависимости от своей конструкции. Производители инверторов под каждый указанный вид

напряжения выпускают свое оборудование. Это следует анализировать при выборе модели.

При эксплуатации инвертора следует учитывать:

- пиковую мощность энергопотребления,
- четыре фазы работы: пусковой режим, стадию длительного преобразования электроэнергии при номинальной мощности, холостой ход, перегрузки.

Пиковая мощность потребителей измеряется за определенный момент времени при создании критических нагрузок, может значительно превышать номинальные величины стандартной сети $\sim 220V/50Hz$.

В пусковом режиме инверторы способны отдавать завышенные мощности в течение короткого времени запуска электродвигателей (несколько миллисекунд) и ввода в работу емкостных нагрузок. Такой режим характерно проявляется при включении холодильников, стиральных и посудомоечных машин.

Режим длительной работы должен соответствовать номинальным характеристикам выбираемой конструкции.

Потребляемая мощность устройства без нагрузки на выходе не должна превышать 1% номинальной у качественных моделей.

При фазе перегрузки отдельные виды инверторов могут надежно передавать мощности, превышающие до 50% номинального значения в течение получаса. Но эта способность у каждой модели прибора выполнена по-разному.

Определить величину идеальной нагрузки весьма проблематично. Поэтому инверторы подбирают с созданием резерва мощности, обладающего запасом до 20% от расчетных величин.

Наличие встроенных защит характеризует качество инвертора, который должен выводиться из работы при:

- отклонении питающего напряжения по верхнему и нижнему уровню,
- возникновении коротких замыканий в выходной цепи,
- перегрузках по току и температуре.

В случаях снижения нагрузки до минимальных величин схема автоматики может переводить инвертор в режим ожидания. Но эта функция присуща не всем моделям [9].

4. ТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

4.1. Расчет электрических нагрузок

Задачей, для проектируемой солнечной электростанции, состоит в том, чтобы обеспечить резервное электроснабжение.

В таблице 2 представлены устанавливаемые бытовые электроприборы и их номинальная мощность.

Фотоэлектрическая установка для автономного жилого дома в котором постоянно потребляет приблизительно 5,5 кВт·ч/сутки (табл1), таким образом средняя потребляемая мощность составляет 440 Вт

Таблица 2. Суточное потребление электроэнергии в прохладный сезон в жилом доме (с 22 часов до 9 утра)

Потребитель	Потребляемая мощность (Вт)	Кол-во	Часовая потребляемая энергия (кВт.ч)												Суммарная потребляемая энергия в день
			W22	W23	W24	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	
Компьютер	100	1	0,1	0,1	0,1						0,1	0,1	0,1		
Холодильник	200	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Светодиодные лампы	40	2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8								
Лампы	20	2		0,04	0,04										
Чайник	150	1	0,125	0,125									0,125		
Стиральная машина	1000	1	1									0,3			
Водяной насос	350	1	0,3												
Всего	1860	W	1,78	0,52	0,42	0,28	0,28	0,2	0,2	0,2	0,3	0,6	0,4	0,2	5,38

На рис. 4.1 графически представлены данные табл. 2.

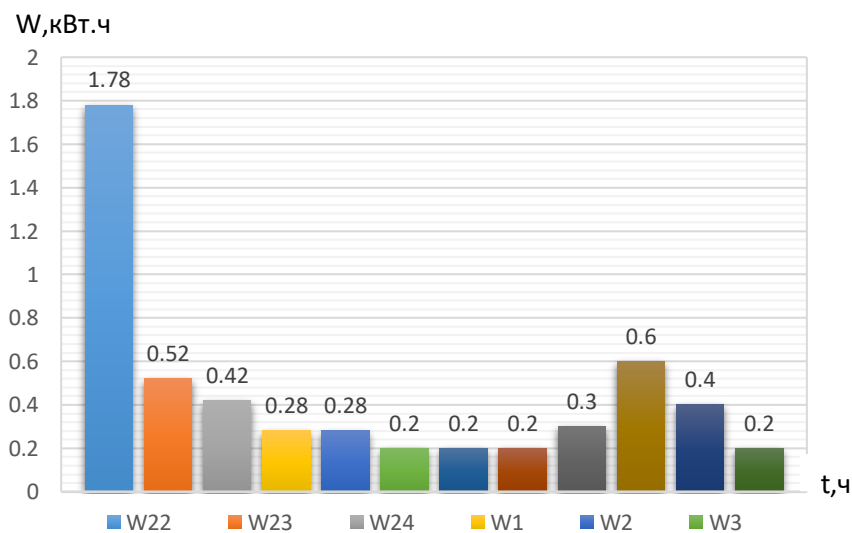


Рис. 4.1 Энергопотребление за час с 22 до 9 согласно с табл.2.

Суммарная энергия в киловатт-часах за ночь (табл. 2).

$$\begin{aligned} \Sigma W &= W_{22} + W_{23} + W_{24} + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8 + W_9 = \\ &= 1,78 + 0,52 + 0,42 + 0,28 + 0,28 + 0,2 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,6 + 0,4 + 0,2 = 5,38 \text{ кВт.ч} \end{aligned}$$

Средняя мощность

$$P_{\text{ср.ночь}} = \frac{\Sigma W_{\text{ночь}}}{T_{\text{ночь}}} = \frac{5,38}{12} = 0,44 \text{ кВт}$$

4.2 Выбор солнечных модулей

Ориентация ФЭ модулей по сторонам света: На Юг (для достижения наилучшей энергоотдачи)

Угол наклона ФЭ модулей: Зимний угол (71°)

При круглогодичном использовании электростанции, лучше устанавливать ФЭ модули под "зимним" углом наклона, что уменьшает вероятность налипания снега на поверхности модулей, и существенно повышает выработку энергии зимой. Значение угла (зимнего, летнего, среднего) зависит от географической широты местности.

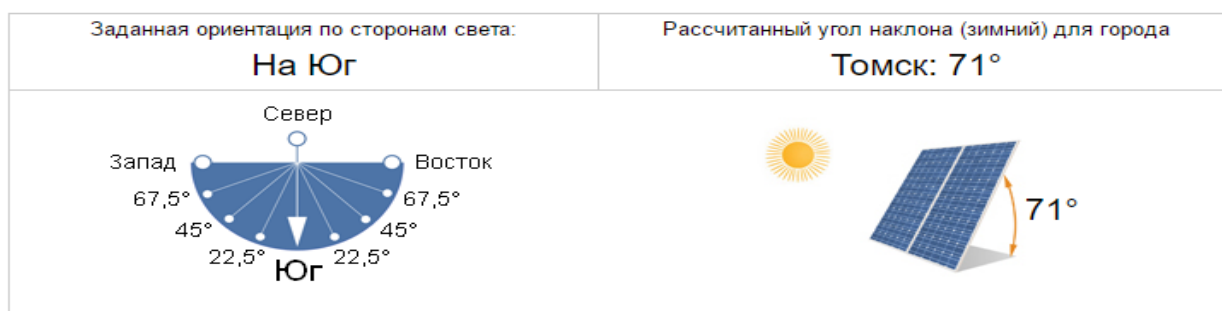


Рис. 4.2. Ориентация и угол наклона необходимые для достижения наилучшей энергоотдачи в г. Томске

Расчёт средней ежедневной выработки электроэнергии необходим для наиболее правильного подбора солнечной электростанции. Существует статистика поступления солнечной энергии на единицу поверхности Земли в различных регионах. Наблюдение за уровнем облачности и солнечной активности осуществляется с помощью метеорологических спутников.

Применяем статистику NASA – американского национального управления по воздухоплаванию, авиации и исследованию космического пространства. Статистика получена в результате десятков лет наблюдений из космоса и является усреднённой. Поэтому, в отдельно взятый год наблюдения, среднегодовое и среднемесячное поступление энергии может несколько отличаться от представленных данных. Погрешность расчёта может составлять более 40% в меньшую сторону.

На основании данных о среднемесячном поступлении солнечной энергии на квадратный метр земной поверхности можно произвести расчёт ожидаемой выработки электроэнергии солнечными фотоэлектрическими (ФЭ) модулями, установленными в различных районах Земли. Количество поступающей солнечной энергии указывается в киловатт-часах на квадратный метр в день (кВт·ч/м²/день). [10]

Результат расчёта ежедневной выработки энергии электростанцией в г. Томск
Вт·ч в день - средняя ежедневная выработка электроэнергии по месяцам

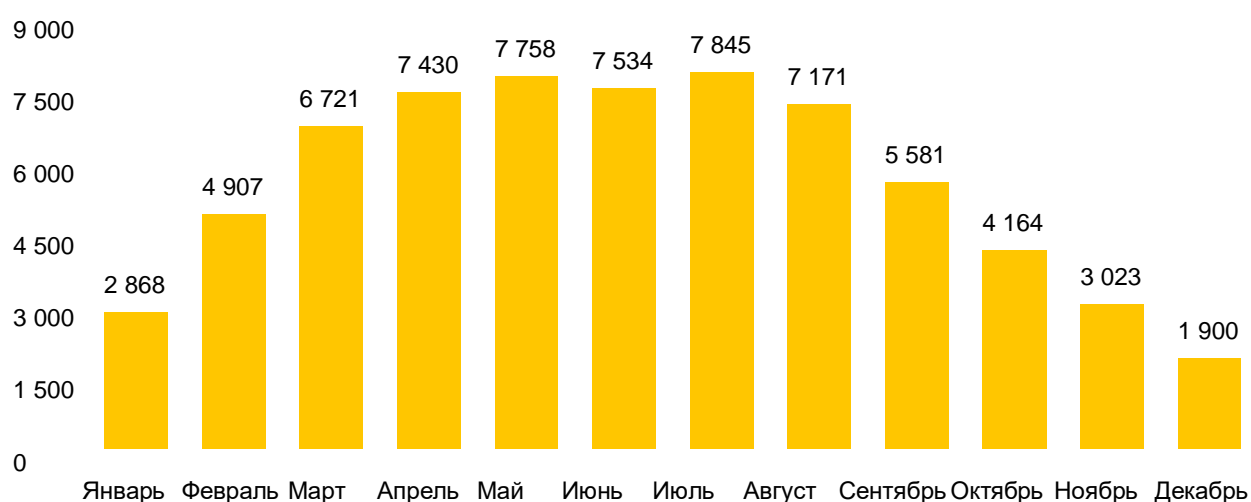


Рис. 4.3. Ежедневной выработки энергии электростанцией в г. Томск по месяцам

Проанализировав потенциал солнечной энергии на территории Томской области, было установлено что на 1 м² в зависимости от времени года падает от 1,9 до 7,8 кВт солнечной энергии. В качестве солнечных модулей выберем солнечный ФЭ модуль One-Sun 250М в количестве 8 панелей. Технические характеристики солнечного модуля приведены в Приложении А.

4.3. Выбор аккумуляторных батарей и инвертора

Произведем расчет необходимой емкости накопителей для покрытия суточной потребности в электроэнергии. Напряжение батарей аккумуляторов принято равным $U_{АКБ} = 12$ В, глубина разряда, с целью продления срока службы аккумуляторов, принята равной 30%. Тогда, требуемая емкость накопителей ($E_{\text{треб}}$):

$$E_{\text{треб}} = \frac{W_{\text{сут}}}{U_{\text{АКБ}} \cdot k} = \frac{5500}{12 \cdot 0,7} = 654,76 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Зная требуемую емкость и емкость одного аккумулятора, можно найти необходимое количество накопителей:

$$N = \frac{E}{E_{\text{ячейки}}} = \frac{654,76}{200} = 3,27 \text{ кВт}$$

Согласно с расчетом выбираем аккумулятор Delta Battery GX 12-200.

Технические характеристики аккумулятора приведены в Приложении В.

С запасом к установке 4 АКБ, соединенных параллельно. Емкость выбранного числа АКБ составит $E=800$ А*ч, $U=12$ В. Ссылаясь на выбранную схему построения системы электроснабжения, необходимо произвести выбор оборудования для этой системы, в частности, подобрать инвертор.

Выбранный инвертор должен обеспечить необходимую выходную мощность, форму вырабатываемого тока, частоту, обеспечивать параллельную работу генераторов электрической энергии на нагрузку и на заряд аккумуляторов. Также он должен иметь входы постоянного тока,

контроллеры заряда-разряда аккумуляторных батарей, выпрямитель. Все оборудование внутри шкафа должно быть согласовано между собой. Суммарная потребляемая мощность в течение дня составляет 5.5 кВт. После анализа рынка, как наиболее оптимальный вариант, был выбран инвертор модели Инвертор СибКонтакт ИС-48-3000 48/220 В (3000 Вт).

Технические характеристики инвертора приведены в Приложении С.

5. ИСЛЕДОВАНИЕ ППН НА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА UC3845A

5.1 Задачи и функции, выполняемые преобразователем

Для расширения диапазона работы солнечного инвертора в качестве промежуточного звена между солнечной батареей (СБ) и автономным инвертором напряжения (АИН) используется преобразователь постоянного напряжения. В качестве такого преобразователя энергии солнечных батарей (ПЭСБ) может выступать повышающий преобразователь или инвертирующий преобразователь. Подобные схемы обеспечивают высокий КПД за счёт минимума силовых элементов, при этом массо-габаритные показатели фильтра минимизируются высокими частотами преобразования. [11,12].

Так как потребителям требуется стандартное напряжение 220 В с частотой 50 Гц, между АБ и потребителем будет использоваться повышающий стабилизированный преобразователь напряжения. В тёмное время суток питание преобразователя (инвертора) будет осуществляться от АБ, которая заряжается днём. Выбор напряжения панели СБ и АБ делается с учётом следующих соображений:

1. Обеспечение безопасности СБ и АБ, которая снижается с ростом напряжения.
2. Достижение надёжности АБ и СБ. В высоковольтных схемах с напряжением 220 В надёжность снижается.

3. Высоковольтная АБ имеет большой разброс напряжения между элементами АБ и требует сложной системы балансировки для предотвращения отказа.

4. Уменьшении пульсаций входного напряжения преобразователя при работе от солнечной батареи на токовом участке ее вольт-амперной характеристики

Схема ФЭУ изображена на рис 5.1. Она состоит из преобразователя DC/DC постоянного напряжения: 12/48 В и инвертора DC/AC 20В – 220 В 50 Гц.

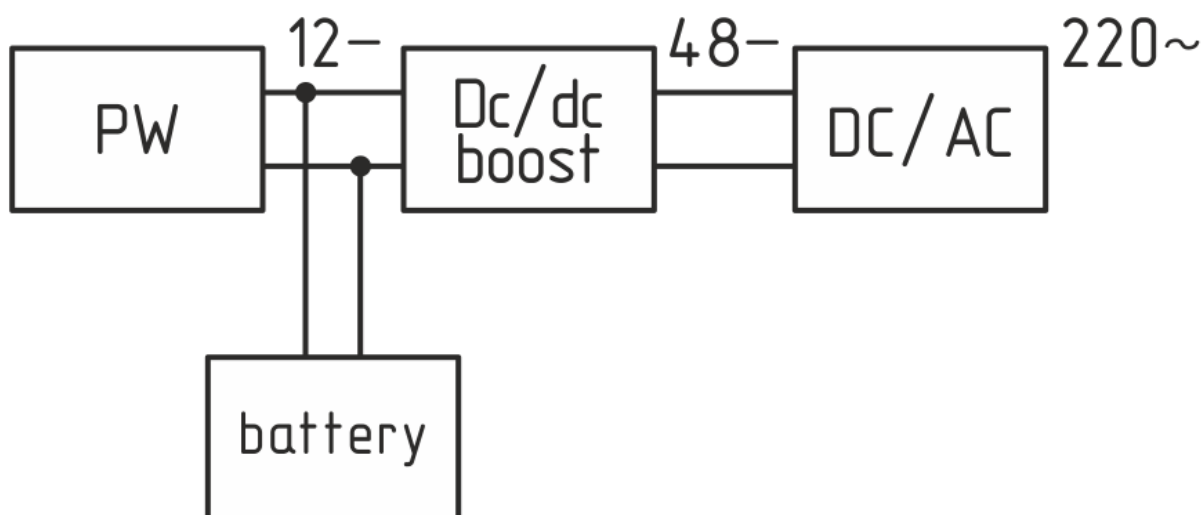


Рис. 5.1. Схема ФЭУ

Непосредственный однотактный повышающий преобразователь (ПП) электрической энергии (рис.5.2.), предназначен в качестве вторичного источника питания на входе автономного инвертора солнечной батареи. Основной принцип его работы состоит в коммутации электронных ключей (транзисторов), которая позволяет управлять выходными электрическими переменными с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ).[13]

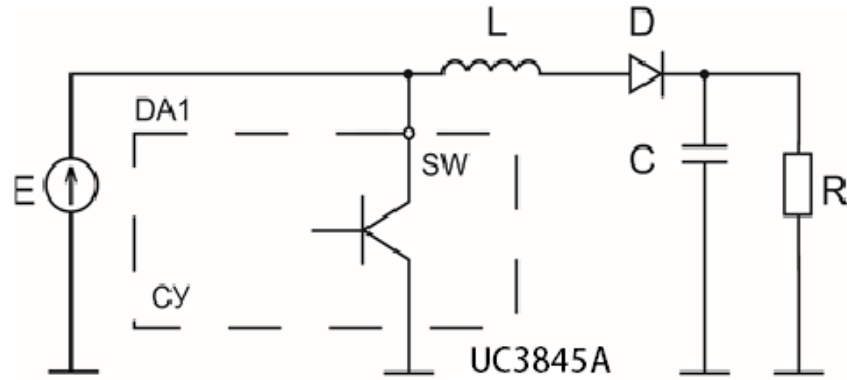


Рис.5.2. Схема замещения повышающего преобразователя

Работа встроенного в микросхему DA1 транзисторного ключа SW иллюстрируется диаграммами на рис.2. Здесь представлен режим прерывистых токов РПТ (рис 5.3,а) и режим непрерывных токов РНТ (рис 5.3,б).

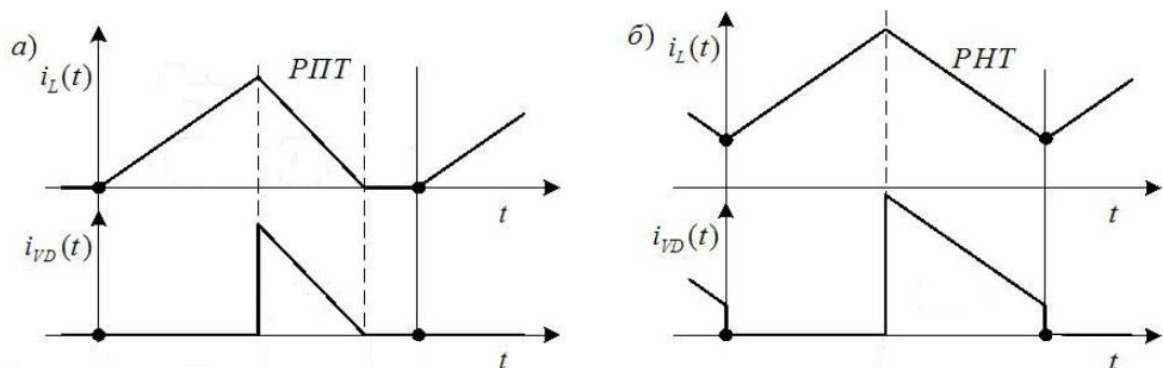


Рис. 5.3. Диаграммы токов индуктивности и диода VD в режиме: а) РПТ; б) РНТ

На каждом интервале непрерывности внутри периода коммутации TS схема преобразователя имеет свой вид и решение системы производится на каждом участке непрерывности последовательно.

5.2. Расчет силовой цепи

Расчет проводится для схемы, изображенной на рис. 5.4.

Сопротивление нагрузки:

$$R_H = \frac{U_{\text{вых}}}{I_H} = \frac{48}{3} = 16 \text{ Ом.}$$

Где $U_{\text{вых}}$ – напряжение на нагрузке, I_H – номинальный ток нагрузки.

Из ряда номинальных значений Е 24 выбираем резистор с сопротивлением $R=16$ Ом.

Относительная длительность включения транзистора в установившемся состоянии (коэффициент заполнения или скважность):

$$\gamma = \frac{U_{\text{вых}} - U_{\text{вх}}}{U_{\text{вых}}} = \frac{48 - 12}{48} = 0,75$$

Где $U_{\text{вх}}$ – напряжение на входе повышающего преобразователя

Индуктивность катушки:

$$L_{\text{min}} = \frac{U_{\text{вх}} \cdot \gamma \cdot (1 - \gamma)}{2 \cdot I_{n\text{Max}} \cdot f} = \frac{12 \cdot 0,75 \cdot (1 - 0,75)}{2 \cdot 3 \cdot 40000} = 0,00000352 \text{ Гн} = 3,52 \text{ мкГн}$$

Где $I_{n\text{Max}}$ - максимальное значение тока нагрузки

Из ряда номинальных значений Е 24 выбираем индуктивность со значением $L=3,9$ мкГн.

Ёмкость конденсатора:

$$C = \frac{\gamma \cdot (1 + K'_n)}{2 \cdot R_H \cdot f \cdot K'_n} = \frac{0,75 \cdot (1 + 0,03)}{2 \cdot 16 \cdot 40000 \cdot 0,03} = 0,00002 \text{ Ф.}$$

Из ряда номинальных значений Е 24 выбираем конденсатор со значением $C=100$ мкФ.

Выбор диода и транзистора был проведен с учетом протекающих по ним токов и приложенного напряжения.

5.3 Моделирование ППН с в программном пакете LTspice

В работе исследуется эффективность применения контроллерного управления ПП при помощи микросхемы UC3845A [14]. Контроллер содержит высокочастотный транзистор SW, позволяющий обеспечить КПД до 86%. Схема включения микросхемы, смоделированная в программе LTspice, приведена на рис.5.4.

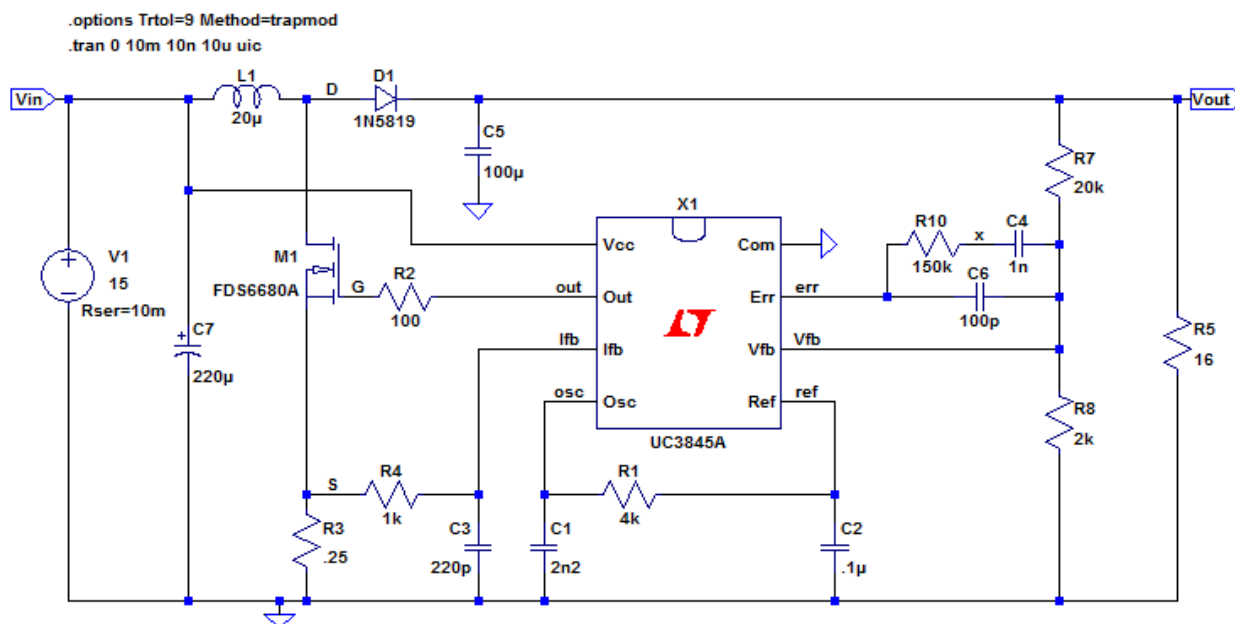


Рис.5.4. Принципиальная схема повышающего преобразователя

Функции выводов:

Вывод COMP является выходом усилителя ошибок. Vfb инвертирующий вход усилителя ошибок. Он обычно подключается к выходу источника питания переключения через делитель резистора. Ifb на этот вход подключено напряжение, пропорциональное току катушки индуктивности. ШИМ использует эту информацию для прекращения работы переключателя выхода. Osc регулирует частоту генератора и максимальный рабочий цикл, программируются путем подключения резистора к Vref. Возможна работа до 500 кГц. Вывод out непосредственно управляет затвором мощного MOSFET. Vcc- этот вывод является положительным источником питания. Vref обеспечивает зарядный ток для конденсатора C2.

Схема включения предназначена для использования в преобразователе в качестве инвертирующего типа, (рекомендация производителя) [14]. Выходные характеристики напряжения ($U_{\text{вых}}$) и тока ($I_{\text{вых}}$) повышающего преобразователя представлены на рис.5.5.

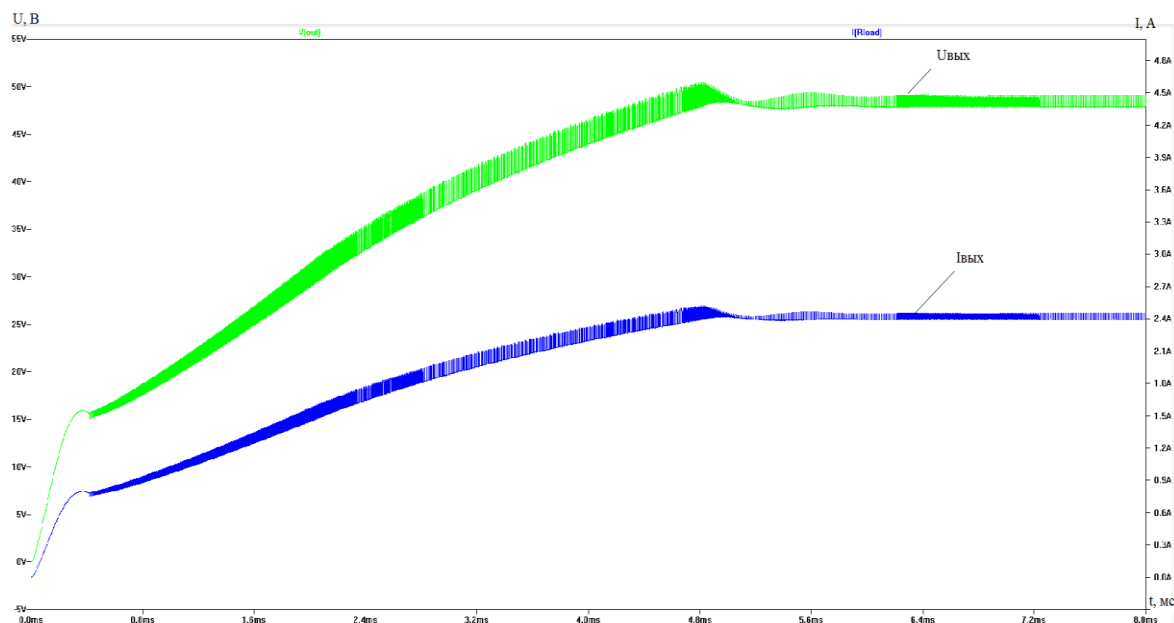


Рис.5.5. Выходные характеристики напряжения ($U_{\text{вых}}$) и тока ($I_{\text{вых}}$) повышающего преобразователя

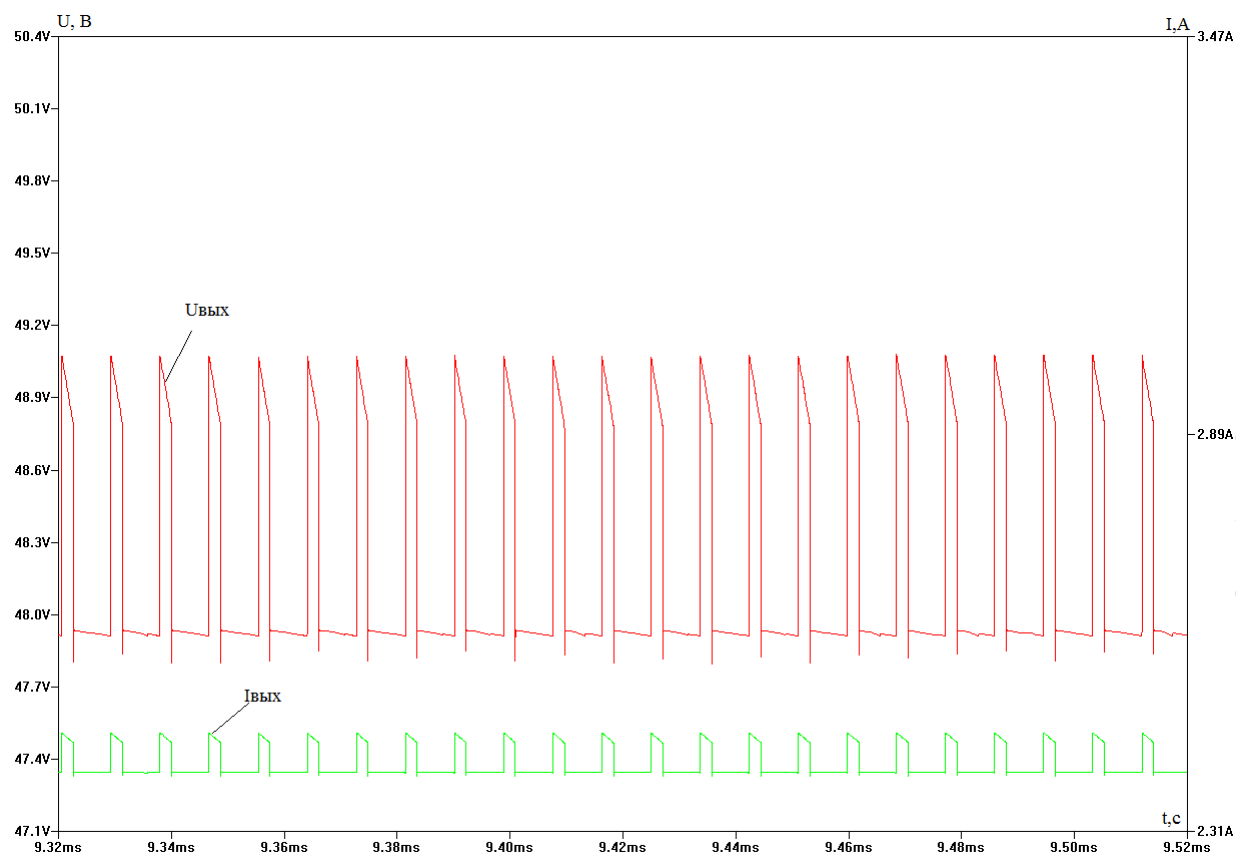


Рис.5.6. Выходные характеристики напряжения ($U_{\text{вых}}$) и тока ($I_{\text{вых}}$) в установившемся режиме

На рис. 5.7. изображен переходный процесс выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ и тока $I_{\text{вых}}$.

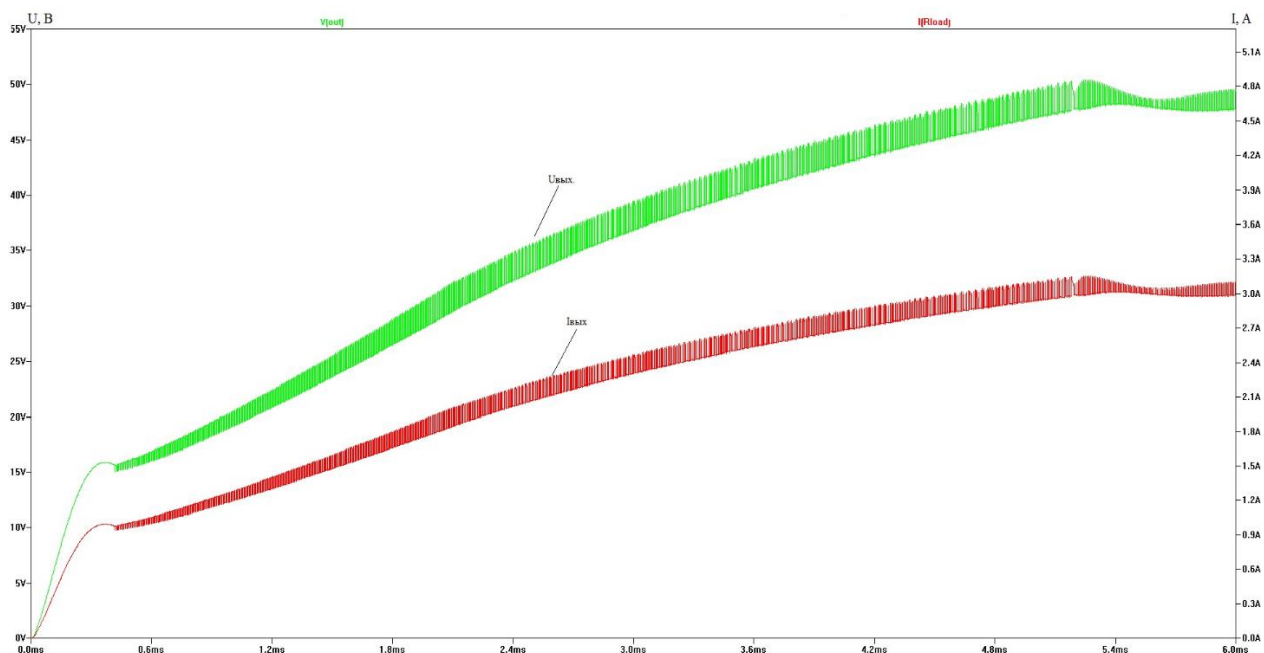


Рис. 5.7. Переходный процесс выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ и тока $I_{\text{вых}}$, полученная в программе LTspice

Исходя из диаграммы переходного процесса, видим, что переходный процесс длится 5 мс. А на достижение первого максимума тратится 5.2 мс и значение напряжения в этой точке равно 51 В.

На рис. 5.8. изображен переходный процесс тока на индуктивном элементе L .

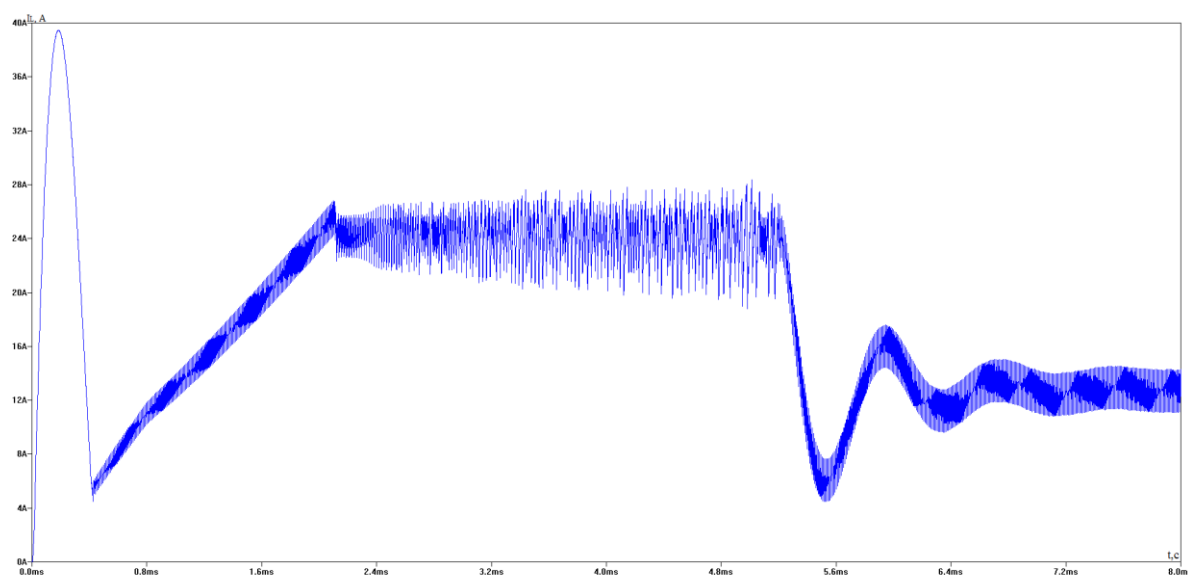


Рис. 5.8. Переходный процесс тока индуктивности в программе LTspice

Исследование зависимости выходного напряжения от нагрузки.

Данная зависимость $U_{\text{вых}}(R_{\text{н}})$ исследована на модели (рис. 5.4.) и результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Значения зависимости $U_{\text{вых}}$ от $R_{\text{н}}$

$U_{\text{вых}}, \text{В}$	15,5	36	44	48,5	48,5	48,5	48,5
$R_{\text{н}}, \text{Ом}$	1	5	10	15	20	25	30

Так же построен график данной зависимости (рис. 5.9.).

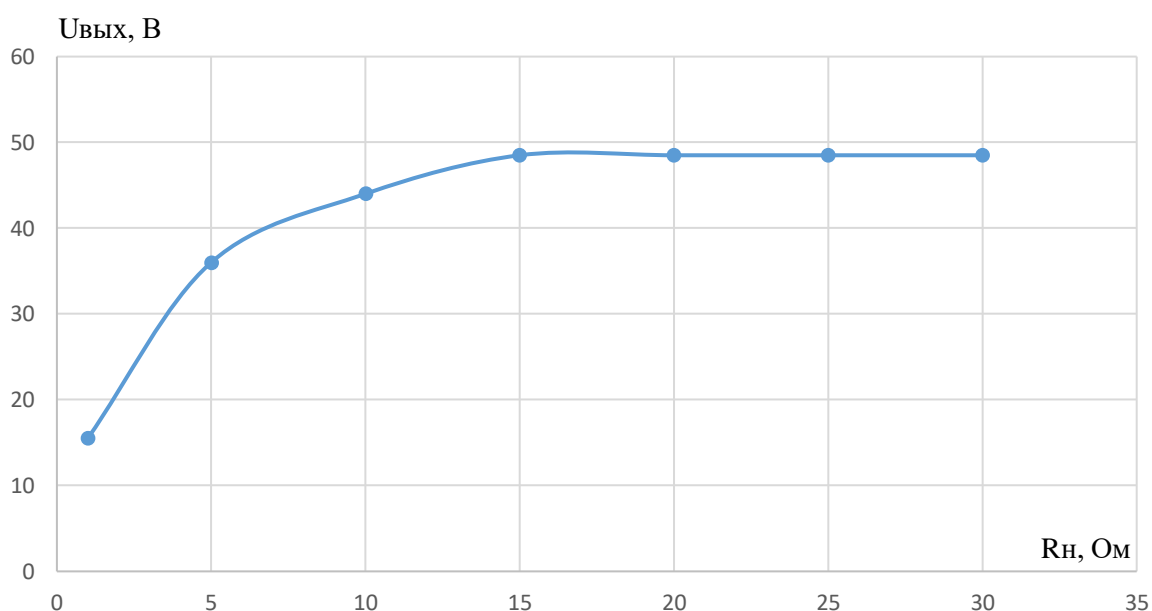


Рис. 5.9. График зависимости выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ от $R_{\text{н}}$

Как видно на рис. 5.9, выходное напряжения возрастает при увеличении нагрузки до 15 Ом. При увеличении нагрузки выше 15 Ом реализуется стабилизация напряжения, это говорит о том, что рабочий диапазон данной схемы 48 В достигается при 15-16 Ом.

Исследование зависимости выходного напряжения от напряжения питания.

Данная зависимость $U_{\text{вых}}$ ($E_{\text{пит}}$) исследована на модели (рис. 5.4) и результаты приведены в таблице 4.

Таблица 4. Значения зависимости $U_{\text{вых}}$ от $E_{\text{пит}}$

$U_{\text{вых}}, \text{В}$	0,5	3,5	7,5	48	48,5	48,5	48,5
$E_{\text{пит}}, \text{В}$	1	4	8	12	16	20	24

Так же построен график данной зависимости (рис.5.10.).

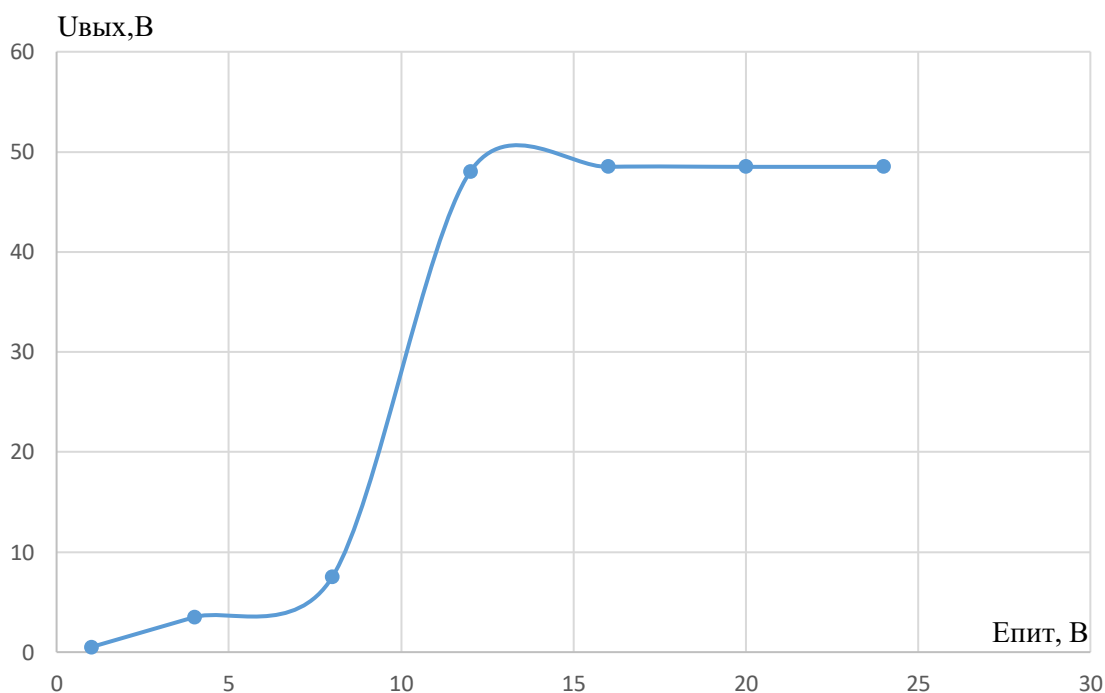


Рис. 5.10. График зависимости выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ от $E_{\text{пит}}$

Как видно на рис. 5.10., изменение выходного напряжения $U_{\text{вых}}$ не линейно и зависит от изменения входного напряжения $U_{\text{вх}}$. А именно необходимые 48 В достигается при напряжении питания 12 В, что указывает на правильность расчётов силовой цепи и на возможность альтернативного питания от АБ

Исследование зависимости коэффициента пульсации от нагрузки и выходного напряжения

Коэффициент пульсации напряжения (тока) по среднему значению — Величина, равная отношению среднего значения переменной составляющей пульсирующего напряжения (тока) к его постоянной составляющей.

При расчете этого показателя была собрана информация о минимальных, средних и максимальных значениях напряжения на выходе, при различных значениях напряжения питания и нагрузки. Полученные данные подставляются в специальную формулу. Коэффициент пульсации рассчитывается как разница между максимальным и минимальным значениями, делённая на средний показатель, после чего полученная сумма умножается на 100%.

$$k_n = \frac{U_{\text{вых(max)}} - U_{\text{вых(min)}}}{U_{\text{вых}}} \cdot 100\%$$

Зависимость КП (Епит) исследована на модели (рис. 5.4) и результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5. Значения зависимости КП от Rн

КП, %	14,5	6,8	4	3	2	2	2	1,2
Rн, Ом	1	5	10	15	20	25	30	40

Так же построен график данной зависимости (рис.5.11.).

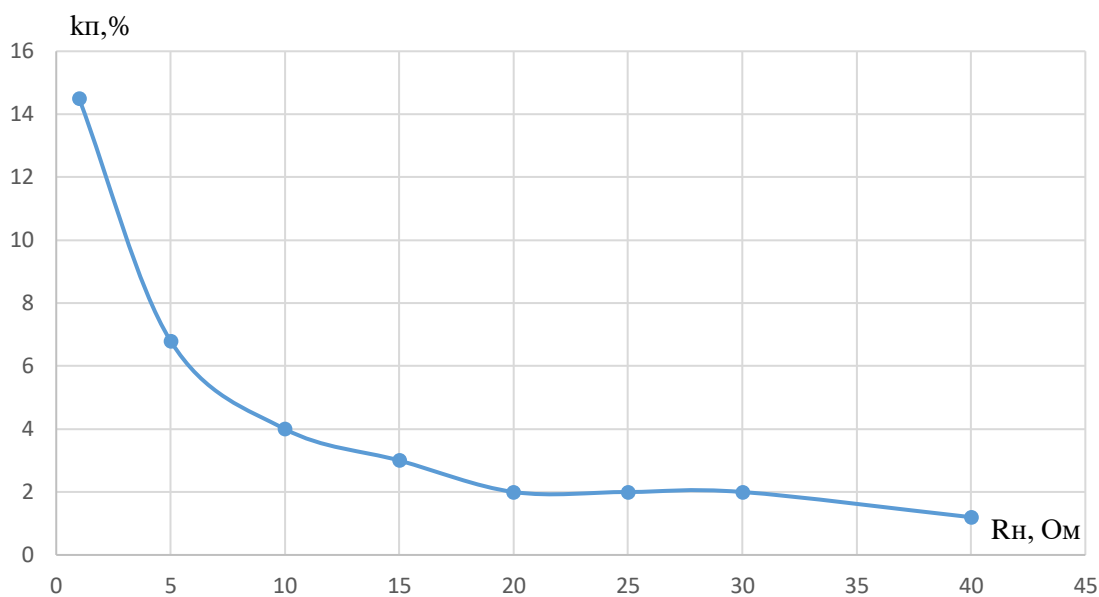


Рис. 5.11. График зависимости выходного напряжения k_p от R_n

Из данного графика видно, что при увеличении нагрузки коэффициент пульсации значительно уменьшается на участке от 0 Ом до 16 Ом. При дальнейшем увеличении нагрузки степень падения уменьшается. Система проектируется под нагрузки выше 15 Ом.

Зависимость k_p (Епит) исследована на модели (рис. 5.4.) и результаты приведены в таблице 6

Таблица 6. Значения зависимости k_p от Епит

Кп, %	3	2	1,8	1,6
Епит, В	12	16	20	24

Так же построен график данной зависимости (рис.5.12.).

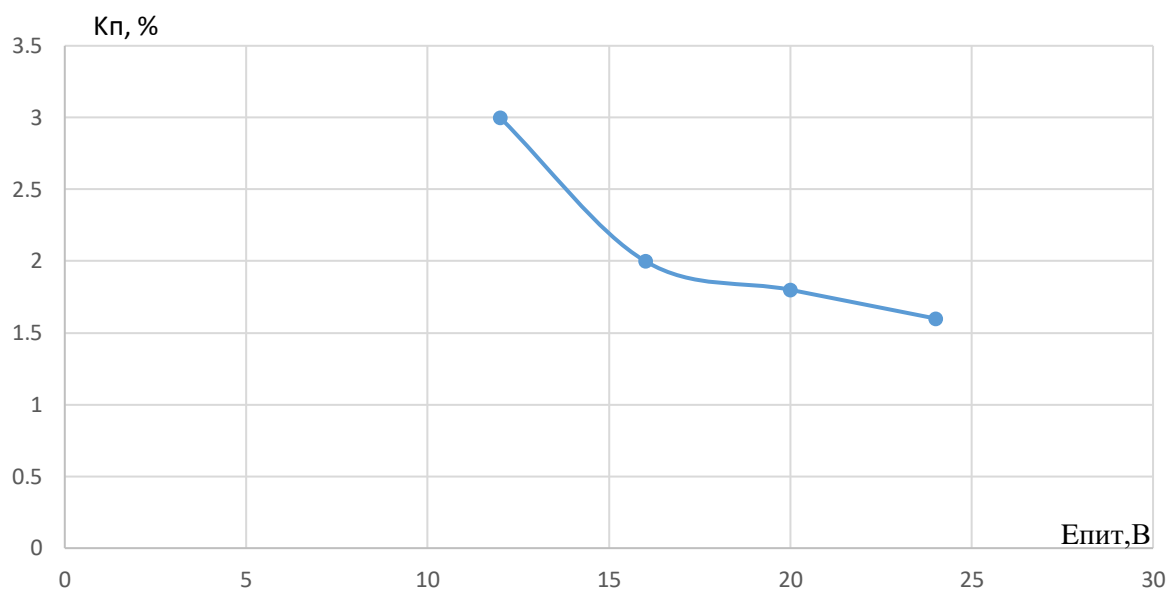


Рис. 5.12. График зависимости выходного напряжения k_p от R_n

Также и при увеличении напряжения на входе видно, что коэффициент пульсации уменьшается. В используемом диапазоне питающих напряжений коэффициент пульсации не превышает 3 %.

Исследование спектра

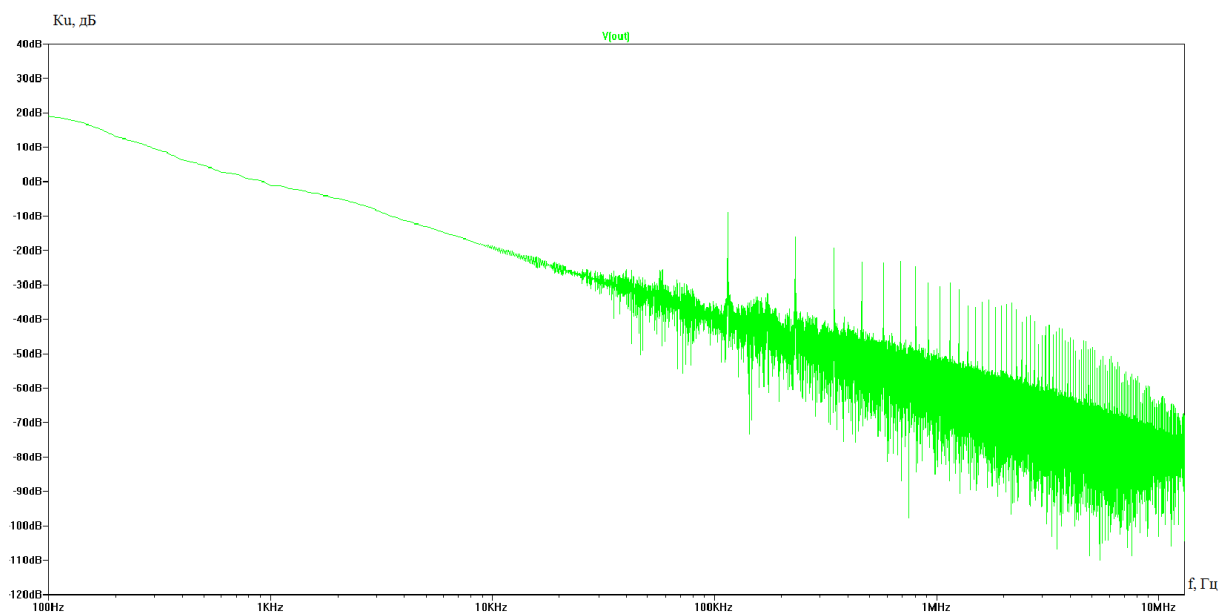


Рис. 5.13. АЧХ повышающего преобразователя

Спектр характеризует вид гармоник ППН. Наклонный вид указывает на то, что данная характеристика является жесткой.

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Г3А	Осипову Владиславу Владимировичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	Электропривода и электрооборудования
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электропривод и автоматика

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	-Проект выполняется на базе лабораторий НИ ТПУ -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 130 тысяч рублей -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломник
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	-В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность». -Минимальный размер оплаты труда (на 2017 год) составляет 7500 руб
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	-Отчисления по страховым взносам - 30% от ФОТ.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследовательской работы</i>	-Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы - SWOT-анализ
<i>2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	-Планирование работ по научно-техническому исследованию; -Смета затрат на разработку исследования
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Оценка научно-технического уровня следования, - Оценка рисков

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НИР
 2. Матрица SWOT
- Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г3А	Осипов Владислав Владимирович		

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Темой научно-технического исследования является исследование повышающего преобразователя напряжения с ШИМ на базе контроллера UC38**. В работе исследуется эффективность применения контроллерного управления ПП на основе микросхемы UC38**.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НТИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

6.1. Технико-экономическое обоснование НИР

Повышающий преобразователь предполагается использовать в системе автономного энергопитания от солнечной батареи. Преимущества этого использования состоят в том, что на вход инвертора будет подано не просто напряжение от солнечной батареи (оно зависит от светового потока), а стабилизированное напряжение, разрабатываемое ПП. Это позволит снимать максимально возможную мощность с солнечной батареи.

Микросхема UC3845A, предназначенная для инвертирующих схем, может быть эффективно использована в качестве системы управления повышающим преобразователем различного применения, что позволяет повысить показатели энергоэффективности.

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.

Произведем SWOT-анализ проекта, позволяющий оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. [15] В таблице 7 описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 7 – SWOT-анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Универсальность применения разрабатываемых моделей; С2. Повышенные показатели энергоэффективности и долговечности; С3. Широкая сфера применения ППН; С4. Актуальность исследования; С5. Наличие опытного руководителя.	В1. Рост в потребности сокращения экономических издержек; В2. Большой потенциал применения микросхем в качестве системы управления повышающим преобразователем;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Требование уникального оборудования; Сл2. Возможность появления новых методов в системе автономного электропитания; Сл3. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с установкой.	У1. Развитая конкуренция в сфере ФЭУ; У2. Недостаточное финансовое обеспечение.

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это

соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 8 – сильные стороны проекта

Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	-	+	-	+	-
	B2	+	-	+	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C2C4, B2C1C3C4.

Таблица 9 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	+	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующую коррелирующую слабой стороны и возможности: B2Сл2.

Таблица 10 – сильные стороны проекта

Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	0	-	+	0	-
	У2	+	0	+	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С3, У2С1С3.

Таблица 11 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	+	0
	У2	+	-	-

Анализируя данные таблицы, можно сделать вывод, что самой большой угрозой для проекта является отсутствие достаточного и своевременного финансового обеспечения. Также среди угроз можно отметить высокий темп роста конкуренции в данной сфере. Изучая слабые стороны, можно увидеть, что для их предотвращения достаточно иметь

современное оборудование для ремонта и диагностики неполадок, а также квалифицированный персонал, который сможет заняться обслуживанием и ремонтом оборудования на предприятии в долгосрочной перспективе.

Оценка готовности проекта к коммерциализации

Оценка степени готовности научной разработки к коммерциализации и выяснение уровня ее завершения. Для этого заполняется специальная форма, содержащая показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта.

Перечень вопросов приведен в табл. 12.

Таблица 12 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации

№	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	4	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задел	4	4
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	4
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	1	2
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	2	3
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	1	2

8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	2	2
9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	2
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	2
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	1
15	Проработан механизм реализации научного проект	4	4
	ИТОГО БАЛЛОВ	32	37

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i \quad (5.6.1)$$

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

B_i – балл по i -му показателю.

Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец, преследует вполне определенную цель, куда он намерен направить полученный коммерческий эффект. Это может быть получение средств, для продолжения своих научных исследований и разработок, одноразовое

получение финансовых ресурсов для каких-либо целей или для накопления обеспечение постоянного притока финансовых средств, а также их различные сочетания [17].

Для коммерциализации объекта исследования и обоснования его целесообразности, были проработаны следующие методы коммерциализации научной разработки.

- 1) Торговля патентными лицензиями.
- 2) Передача интеллектуальной собственности в уставной капитал предприятия.

Были выбраны два метода коммерциализации, поскольку они являются менее затратными.

Потенциальные потребители результатов исследования

Целевой рынок: Разработка может использоваться частными лицами и предприятиями для эффективного использования в качестве системы управления повышающим преобразователем различного применения что позволяет повысить показатели энергоэффективности. Также разработка может использоваться как элемент структуры солнечной электростанции (СЭС).

Основными сегментами, на которые необходимо ориентироваться это малый бизнесе, например, в фермерских хозяйствах, очистных сооружениях, промышленных складах и телекоммуникационных систем. Также данная разработка хорошо применима для питания метеостанций, сейсмических станций, для снабжения геологической разведки. Так как главной проблемой этих объектов является удаленность от центральной энергосети.

Основные сегменты рынка:

«Сибгеоресурс», ООО

Проектирование геологоразведочных работ на угольных месторождениях. Подготовка геологических материалов к ТЭО. Разработка геологического отчета с подсчетом запасов. Предоставление консультационных услуг в области геологоразведки и недропользования.

«Национальная геологоразведочная компания»

Компания занимается геологическим изучением, разведкой и эксплуатацией месторождений полезных ископаемых (цветных, благородных и редких металлов)

«Инфлай»

Томская компания «Инфлай» разрабатывает метеостанции для научных исследований, которые используются для наблюдений на Васюганском болоте, Байкале, во Владивостоке, Якутии, Алтае и других регионах России.

«Sun Shines»

Российская компания «Sun Shines» («Сан Шайнс») работает и успешно развивается на рынке услуг солнечной энергетики с мая 2010 года. За это время нами реализовано большое количество проектов. Приоритетом компании является развитие и продвижение экологически чистого и неисчерпаемого источника энергии – энергии Солнца.

Привлекательными сегментами рынка для предприятия в будущем могут стать физические лица, владеющие частными домами.

6.2 Планирование научно-исследовательской работы

Для выполнения целесообразного и рационального планирования, необходимо разработать календарный план, который включает в себя основные этапы разработки и создания проекта. Разработанный календарный план представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Календарный план проекта

Код работы	Название	Длительность дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
1	Выбор направления исследования	1	10.09.16	10.09.16	Михальченко С.Г. Осипов В.В.
2	Составление технического задания	1	11.09.16	11.09.16	Михальченко С.Г.
3	Изучение литературы	9	11.09.16	20.09.16	Осипов В.В.
4	Математическое моделирование ППН	96	20.01.17	25.03.17	Осипов В.В.
5	Разработка ППН (подбор элементной базы)	193	20.09.16	01.04.17	Михальченко С.Г. Осипов В.В.
6	Моделирование и тестирование ППН	243	10.09.17	10.05.17	Михальченко С.Г. Осипов В.В.

Для предоставления календарного плана более наглядным образом, используем диаграмму Ганта (таблица 14). Диаграмма Ганта представляет собой тип столбчатых диаграмм, которые применяются для иллюстрации графика или плана работ, для различных проектов. Данные диаграммы используются в качестве одного из методов, при планировании проектов.

Момент начала и завершения работы на диаграмме определяются концами полос, а протяжённость характеризует длительность работы. Вертикальная ось отображает перечень поставленных задач.

Таблица 14 – Диаграмма Ганта

Раб.	Кол-во дней	Исп.	Дни					
			1	2	11	107	300	543
1	1	2	■					
2	1	2		■				
3	9	1			■			
4	96	2				■		
5	193	2					■	■
6	243	2						■

Также, на диаграмме Ганта можно выделить совокупные задачи, отметить проценты завершения, отметить метки ключевых моментов (вехи) и др. Веха представляет собой метку значимого момента в ходе выполнения

работ, общую границу двух или более задач. Веха является важным понятие диаграммы Ганта и позволяет наглядным образом подчеркнуть нужду синхронизации в выполнении различных работ.

6.3. Формирование бюджета НИР

Заработная плата

Статья ЗП:

$$C_{ЗП} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}} = 74286,01 + 7428,6 = 81714,61 \text{ Руб.}$$

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

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

Основная заработная плата:

$$Z_{\text{осн.}} = Z_{\text{дн.}} \cdot T_{\text{раб.}} = 905,93 \cdot 82 = 74286,01 \text{ Руб.}$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата:

$$Z_{\text{дн.}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{6278,59 \cdot 11,2}{222} = 905,93 \text{ Руб.}$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (табл. 15).

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	96	96
- праздничные дни	19	19
Потери рабочего времени		
- отпуск	28	28
- невыходы по болезни	0	0
Действительный годовой фонд рабочего врем	222	222

$$Z_m = Z_b \cdot k_{пр} + k_d \cdot k_p = 6278,59 \cdot 0,1 + 2,1 \cdot 1,3 = 17956,77$$

где

Z_b – базовый оклад, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент;

k_d – коэффициент доплат и надбавок;

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

Таблица 16 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Z_b , руб.	$k_{п}$ р	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн.}$, руб.
Руководитель	23264,86	0,1	1,15	1,3	37805,4	1907,3	82	156398,55

Инженер	6278,59	0,1	2,1	1,3	17956,77	905,93	82	74286,01
---------	---------	-----	-----	-----	----------	--------	----	----------

Дополнительная заработная плата:

$$З_{\text{доп.}} = З_{\text{осн.}} \cdot k_{\text{доп.}} = 74286,01 \cdot 0,1 = 7428,6$$

где

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

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

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

Таблица 17 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Инженер
Основная зарплата	156398,55	74286,01
Дополнительная зарплата	15639,86	7428,6
Итого по статье $C_{\text{зп}}$	172038,4	81714,61

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{\text{внеб.инженер}} = k_{\text{внеб.}} \cdot З_{\text{осн.}} \cdot З_{\text{доп.}} = 0,2 \cdot 81714,61 = 16342,92$$

$$C_{\text{внеб.руковод}} = k_{\text{внеб.}} \cdot З_{\text{осн.}} \cdot З_{\text{доп.}} = 0,2 \cdot 172038,4 = 34407,68$$

где

$k_{\text{внеб.}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

6.4 Оценка целесообразности исследования

Оценка научно-технического уровня исследования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 18 - Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,3
Теоретический уровень	0,5
Возможность реализации	0,9

Таблица 19 - Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 20 - Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	4
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	10
Элементарный анализ результатов исследования	6

Таблица 21 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	12
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,3$; $k_2 = 0,5$; $k_3 = 0,9$;

$\Pi_1 = 4$; $\Pi_2 = 8$; $\Pi_3 = 7$;

$$\text{НТУ} = 0,3*4+0,5*8+0,9*7 = 11,5.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 22-26.

Таблица 22 – Социальные риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Низкая квалификация персонала	0	2	0,061	0
2	Непросвещенность предприятий о данном методе	50	4	0,168	8,928
3	Несоблюдение техники безопасности	25	6	0,23	6,25
4	Увеличение нагрузки на персонал	50	4	0,168	8,928
	Сумма		16	0,627	24,1

Таблица 23 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	2	0,029	1,960
2	Экономический кризис	25	3	0,049	0,980
3	Непредвиденные расходы в плане работ	25	5	0,126	5,862
4	Сложность выхода на мировой рынок	75	6	0,136	10,29
	Сумма		16	0,34	19,92

Таблица 24 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	6	0,24	5,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	8	0,313	7,0357
	Сумма		14	0,553	12,2857

Таблица 25 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Развитие конкурентных методов	50	5	0,135	8,936
2	Отсутствие результата в установленные сроки	25	6	0,123	6,25
3	Несвоевременное патентование	25	8	0,176	3,657
	Сумма		19	0,434	18,843

Таблица 26 – Общие риски

№ п/п	Риски	b_i	w_i	$b_i \cdot w_i$
1	Социальные	16	0,627	10,03
2	Экономические	16	0,34	5,44
3	Технологические	14	0,553	7,742
4	Научно-технические	19	0,434	8,246
Итого				31,458

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики.

2) Определен полный перечень работ, проводимых при компьютерном моделировании. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 72 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 543 календарных дней

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 131250,1 рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5ГЗА	Осипову Владиславу Владимировичу

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПЭО
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Исследование повышающего преобразователя напряжения с ШИМ на базе контроллера UC38**. В работе исследуется эффективность применения контроллерного управления ПП на основе микросхемы UC38**. Контроллер содержит внутренний силовой транзистор SW высокой частоты, позволяющий обеспечить КПД до 86%. Повышающий преобразователь позволяет стабилизировать выходное напряжение на уровне 48 В.</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	<ul style="list-style-type: none"> – Вредные факторы проектируемой производственной среды возникают из-за использования ПЭВМ; – СанПиН 2.2.4.548-9 Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны. Допустимые нормы параметров микроклимата установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены составляет в холодный период года 21-23°C, в тёплый период года 22-24°C. Понижение температуры воздушной среды до установленных санитарных норм обеспечивается применением водяного или воздушного охлаждения нагретых поверхностей и ограждений, с тем чтобы их температура не превышала 45°C, а также устройством общеобменной и местной вытяжной вентиляции; <p style="text-align: center;">СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</p> <p>Напряженность электрического поля в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц не должна превышать 25 В/м, а в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц не должно быть более 2.5 В/м.</p> <p>Защита может быть выполнена следующими путями:</p> <ul style="list-style-type: none"> • снижением мощности источника излучения; • снижением параметров излучения; • ослаблением ЭМП на рабочем месте; <p style="text-align: center;">СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. При конструировании и проектировании уровень звукового давления не должен превышать 50 дБА.</p>
---	---

	<p>Перечень мероприятий по снижению уровня шума:</p> <ul style="list-style-type: none"> • наличие подвесного потолка, который служит звукопоглощающим устройством; • использование звукопоглощающих материалов; • применение на рабочих местах звукогасящих экранов; • уменьшение площади стеклянных ограждений и оконных проемов; <p>- Механические опасности не выявлены;</p> <p>- Термические опасности не выявлены;</p> <p>- Существует опасность поражения электрическим током. В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация», существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:</p> <ul style="list-style-type: none"> - оградительные устройства; - устройства автоматического контроля и сигнализации; - изолирующие устройства и покрытия; - устройства защитного заземления и зануления; - устройства автоматического отключения; - устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; - устройства дистанционного управления; - предохранительные устройства; - молниеотводы и разрядники; - знаки безопасности; <p>- Причины пожара: короткое замыкание, перегрузки электрических установок, переходные сопротивления и искрения. Первичные средства пожаротушения: порошковые и углекислотные огнетушители.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> - защита селитебной зоны - анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); - анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); - анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<ul style="list-style-type: none"> - Воздействие объекта на атмосферу нет (выбросов нет); - Воздействия объекта на гидросферу нет (сбросов нет); <p>Воздействие объекта на литосферу присутствует (отходы есть). СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». Образующиеся при поломке компонентов ФЭУ. Неблагоприятные воздействия солнечной энергии на окружающую среду могут проявляться:</p> <ul style="list-style-type: none"> • в отчуждении земельных площадей, их возможной деградации; • в большой материалоемкости; • в опасности перегрева и возгорания систем, заражения продуктов токсичными веществами при использовании солнечных систем в сельском хозяйстве; • в изменении теплового баланса, влажности, направления ветра в районе расположения станции;

	<ul style="list-style-type: none"> • в затемнении больших территорий солнечными концентраторами, возможной деградации земель; • в воздействии на климат космических СЭС; • в создании помех телевизионной и радиосвязи; • в передаче энергии на Землю в виде микроволнового излучения, опасного для живых организмов и человека.
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<ul style="list-style-type: none"> – Перечень возможных ЧС на объекте: пожар от электрического тока является короткое замыкание, перегрузки электрических установок, переходные сопротивления и искрения; – Наиболее типичная ЧС – пожар; – Во избежание пожаров от электрического тока необходимо, чтобы электрические сети и электрооборудование отвечали требованиям правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-0162001; – Пожарная безопасность на производстве обеспечивается следующими мероприятиями пожарной профилактики: <ul style="list-style-type: none"> • организационные – противопожарный инструктаж, создание добровольных пожарных дружин и комиссий, разработка планов эвакуации; • технические – соблюдение норм и правил при проектировании и строительстве зданий, соблюдение норм при выборе оборудования, устройство вентиляции и отопления, оснащение средствами пожаротушения и т.д.; • режимные – запрещение курения в неустановленных местах; • эксплуатационные – своевременный ремонт оборудования. Система пожарной защиты предусматривает следующие меры: <ul style="list-style-type: none"> • предотвращение распространения пожара за пределы очага; • применение средств пожаротушения; • эвакуация людей в случае пожара; • применение средств пожарной сигнализации и средств извещения. <p>Надёжная и безопасная работа электрооборудования обеспечивается в результате правильного его выбора, качества изготовления и регулярного проведения осмотров, профилактических испытаний и ремонтов. Поэтому имеет особое значение выполнения требований ПУЭ и ГОСТ при выборе электрооборудования</p> <ul style="list-style-type: none"> – Произвести вызов пожарной охраны; проследовать к выходу, согласно плану эвакуации.

<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - Право на условие труда, отвечающие требованиям безопасности и гигиены; - ГОСТ 12.2.061-81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» рабочее оборудование, инструмент, приспособления должно полностью отвечать требованиям безопасности, окружающая производственная среда соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям. - Рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы человек при выполнении работы затрачивал минимальное количество энергии. ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» определяет общие эргономические требования к рабочему месту при выполнении работ сидя. ГОСТ 12.2.033-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» – при выполнении работ стоя. - Использование оборудования и мебели согласно антропометрическим данным.
--	---

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Король И. С.	К.Х.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГЗА	Осипов В.В.		

7. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

7.1. Введение

В последнее время этические проблемы техники все больше выходят на первый план в связи с повышением социальной ответственности ученого, инженера, проектировщика в современном обществе, потому что конечная цель техники - это служение людям, но без нанесения ущерба другим людям и природе. Техника не может более рассматриваться как ценностно нейтральная и должна отвечать не только технической функциональности, но и критериям экономичности, улучшения жизненного уровня, безопасности, здоровья людей, качества окружающей природной и социальной среды и т.п. В связи с этим активно обсуждается вопрос о том, что такое экологическая, компьютерная, хозяйственная этика и т.д. Перенесенный в социальную сферу этот теоретический вопрос приобретает практическое звучание: каковы условия реализации профессиональной, в частности инженерной, этики. Инженер обязан прислушиваться не только к голосу ученых и технических специалистов, к голосу собственной совести, но и к общественному мнению. Каждый раз, принимая какое-либо конкретное техническое решение, он несет за него и моральную ответственность, особенно если неверно принятое решение повлечет за собой негативные последствия, хотя и не всегда прямую или юридическую ответственность. Даже сухие технические стандарты служат, в конечном счете, достижению безопасности и надежности производимой техники. Если инженер и проектировщик не предусмотрели наряду с ее экономичным и четким - с точки зрения технических требований - использованием также безопасного, бесшумного, удобного, экологичного и т.п. применения, из средства служения людям техника может стать враждебной человеку и даже подвергнуть опасности само существование человечества

7.2. Вредные и опасные производственные факторы

Вредные и опасные производственные факторы, соответствующие солнечным электростанциям, представлены в таблице 27 согласно ГОСТ12.0.003-74 [20].

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ в лаборатории

Наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)	Нормативные документы
	Вредные	
1	2	3
Работа с ППН инвертором солнечных батарей в лаборатории	1.Повышенный уровень шума на рабочем месте;	ГОСТ 12.1.00383
	3.Воздействие электромагнитного излучения;	ГОСТ 12.1.00284
	4.Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны	СанПиН 2.2.4.548-9
Опасные		
Работа с инвертором солнечных батарей в лаборатории	1. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека;	ГОСТ 12.1.038– 82 ССБТ

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которое может пройти через тело человека

Оборудование, находящееся в пределах рабочей площадки, работает от электрического тока. Как следствие, существует вероятность поражения электрическим током рабочего. Проходя через человека электрический ток воздействует на организм следующим образом:

- Биологическое воздействие.

Выражается в раздражении и возбуждении живых клеток организма, что приводит к произвольным судорожным сокращениям мышц, нарушению нервной системы, органов дыхания и кровообращения. При этом могут наблюдаться обмороки, потеря сознания, расстройство речи, судороги, нарушение дыхания. Тяжелая электротравма нарушает функции мозга, дыхания, сердца до полной их остановки, что приводит к гибели пострадавшего. Наиболее частой причиной смерти от электротравмы является фибрилляция желудочков сердца, при которой нарушается сократительная способность мышц сердца.

- Электrolитическое воздействие.

Проявляется в разложении плазмы крови и др. органических жидкостей, что может привести к нарушению их физико-химического состава.

- Термическое воздействие.

Сопровождается ожогами участков тела и перегревом отдельных внутренних органов, вызывая в них различные функциональные расстройства. Ожоги вызываются тепловым действием электрического тока или электрической дуги.

В настоящее время, согласно ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация»[21], существуют следующие средства защиты от повышенного значения напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека:

- оградительные устройства;
- устройства автоматического контроля и сигнализации;
- изолирующие устройства и покрытия;
- устройства защитного заземления и зануления;
- устройства автоматического отключения;
- устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения;
- устройства дистанционного управления;
- предохранительные устройства;

- молниеотводы и разрядники;
- знаки безопасности.

7.3. Производственная санитария

Отсутствие или недостаток естественного света, недостаточное освещение рабочего места

Комфортные условия труда во многом зависят от освещения производственных помещений. Рациональное освещение повышает безопасность работ и производительность труда. Несоответствие нормативным показателям освещения или неправильная установка источников света могут быть причиной быстрой утомляемости работающих, а также несчастного случая.

Всеобщим межотраслевым документом, содержащим нормы естественного и искусственного освещения предприятий, является СНиП 2305-95. [22]

К системам освещения предъявляются следующие требования:

- Соответствие освещенности на рабочих местах характеру зрительной работы. До определенного уровня увеличение освещенности повышает производительность труда за счет улучшения условий видения объектов. Дальнейшее увеличение освещенности экономически нецелесообразно;
- Достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности. При неравномерной яркости глаз вынужден в процессе работы переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения;
- Отсутствие резких теней на рабочих поверхностях. Резкие тени, находящиеся в поле зрения человека, искажают размеры и формы

объектов различения. Это повышает утомление зрения; движущиеся тени могут привести к травмам;

- Постоянство освещенности во времени. Колебания освещенности вызывают необходимость переадаптации глаза и приводят к значительному утомлению;
- Правильная цветопередача. Спектральный состав света должен соответствовать характеру работы;
- Обеспечение электро-, взрыво- и пожаробезопасности;
- Экономичность.

Нормы рабочего освещения приведены в таблице 28. Пайка SMD компонентов относится к зрительным работам высокой точности (III, б). При этом контраст компонентов с фоном печатной платы средний.

Таблица 28. Нормы освещённости на рабочих местах производственных помещений при искусственном освещении (по СНиП 23-05-95)

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Естественное освещение			
						Освещенность, лк			
						При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	
всего	в том числе от общего								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Высокой точности	От 0,30 до 0,50	III	а	Малый	Темный	2000	200	500	
						1500	200	400	
				б	Малый Средний	Средний Темный	1000	200	300
						750	200	200	
в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный		750	200	300			
				600	200	200			
г	Средний Большой «	Светлый « Средний		400	200	200			

В соответствии с таблицей 28 принимаем, что освещённость при использовании искусственного освещения должна составлять 1000 лк при системе комбинированного освещения

Повышенный уровень шума на рабочем месте

В результате исследований установлено, что шум и вибрация ухудшают условия труда, оказывают вредное воздействие на организм человека. Действие шума различно: затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности, повышает утомляемость, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека. Шум воздействует не только на органы слуха, но и на весь организм человека через центральную нервную систему. Ослабляет внимание, ухудшается память, снижается реакция, увеличивается число ошибок при работе.

Таблица 29. Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности	Категория тяжести трудового процесса					
	Трудового процесса	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	Тяжелый труд 1 степени	Тяжелый труд 2 степен	Тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени		80	80	75	75	75
Напряженность средней степени		70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени		60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степен		50	50	-	-	-

Перечень мероприятий по снижению уровня шума:

- наличие подвешенного потолка, который служит звукопоглощающим устройством;

- использование звукопоглощающих материалов;
- применение на рабочих местах звукогасящих экранов;
- уменьшение площади стеклянных ограждений и оконных проемов.

Уровень температуры воздуха рабочей зоны

Превышение предельно допустимой температуры воздушной среды рабочих зон может возникнуть в смесеприготовительных отделениях, оборудованных печами для сушки песка и глины, а также в стержневых отделениях, где в местах извлечения стержней из сушильных печей температура воздуха может достигать 50°C и более. Для плавильных отделений характерен резкий перепад температур, когда высокая температура воздуха, окружающего плавильные печи, снижается по мере удаления от них на некоторое сравнительно небольшое расстояние до более низкого значения. Такой перепад температур особенно резко выражается в холодный период года.

Понижение температуры воздушной среды до установленных санитарных норм обеспечивается применением водяного или воздушного охлаждения нагретых поверхностей и ограждений, с тем чтобы их температура не превышала 45°C, а также устройством общеобменной и местной вытяжной вентиляции. Для облегчения условия работы используют также воздушное душирование, т. е. обдувку рабочего направленным потоком воздуха со скоростью 2—3 м/с. При этом снижается температура на поверхности одежды рабочего и облегчается отдача тепла его организмом. На участках, где невозможно по тем или иным причинам применить подобные устройства, используют в тех же целях передвижные пропеллерные установки.

Допустимые нормы параметров микроклимата установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на

период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Таблица 30. Нормы микроклимата по ГОСТ 12.1 005-88 и СанПиН 2.2.4.54896

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Легкая Ib (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
Тёплый	Легкая Ib (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1

Воздействие электромагнитного излучения

Источниками электромагнитных полей промышленной частоты 50 Гц являются все электроустановки переменного тока: линии электропередачи (ЛЭП), распределительные устройства, электросварочное оборудование, высоковольтное электрооборудование промышленного, научного и медицинского назначения и др.

Источниками электромагнитных полей (излучений) радиочастотного диапазона являются генерирующее, передающее и излучающее оборудование радио- и телевизионных центров, радиолокационных станций, установки высокочастотной термообработки, высокочастотные установки для нагрева металла и диэлектриков, физиотерапевтические аппараты и пр.

По законам физики изменения в веществе может вызвать только та часть энергии излучения, которая поглощается этим веществом, а отраженная или проходящая через него энергия действия не оказывает. Электромагнитные волны лишь частично поглощаются тканями биологического объекта, поэтому биологически и эффект зависит от физических параметров электромагнитного излучения: длины волны (частоты колебаний), интенсивности и режима излучения (непрерывный, прерывистый, импульсно-модулированный), продолжительности и характера облучения организма, а также от площади облучаемой поверхности и анатомического строения органа или ткани.

Степень поглощения энергии тканями зависит от их способности к ее отражению на границе раздела, определяемой содержанием воды в тканях и другими их особенностями. Колебания дипольных молекул воды и ионов, содержащихся в тканях, приводят к преобразованию электромагнитной энергии внешнего поля в тепловую, что сопровождается повышением температуры тела или локальным избирательным нагревом тканей, органов, клеток, особенно с плохой терморегуляцией (хрусталик глаза, стекловидное тело, семенники и др.). При облучении электромагнитными полями наблюдаются: постоянные изменения в крови (фазовые изменения лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина), поражение глаз в виде помутнения хрусталика (катаракты), изменения функционального состояния сердечнососудистой и центральной нервной систем, нарушения обменных процессов.

Нормируемыми параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности E и H электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 50 В/м по электрической составляющей и 5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Напряженность магнитного поля на расстоянии 10 см от экрана варьируется в диапазоне 0,4 – 1,8 А/м. С расстоянием эти показатели уменьшаются. Следовательно, напряженность магнитного поля аудитории

соответствует норме. Естественным средством, защищающим пользователя от воздействия вредных излучений, являются фильтры для экранов мониторов. Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемые ЭВМ приведены в таблице 31.

Таблица 31. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ
(СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03)

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 кГц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 кГц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м
Электростатический потенциал экрана видеомонитор		500 В

Защита быть выполнена следующими путями:

- снижением мощности источника излучения;
- снижением параметров излучения;
- ослаблением ЭМП на рабочем месте. [23]

Снижение мощности источника излучения может быть реализовано путем выбора генератора излучения минимально необходимой мощности.

Удобными материалами для экранирования являются поглощающие материалы: резина, полистирол, полиуретан, ферритовые пластины. Листы поглощающих материалов могут быть одно- или многослойными. Многослойные обеспечивают поглощение электромагнитных волн в более широком диапазоне. Для улучшения экранирующего действия у многих типов поглощающих материалов с одной стороны впрессована металлическая сетка

или латунная фольга. При создании экранов эта сторона обращена в сторону, противоположную источнику излучения.

При необходимости работы под действием электромагнитного излучения, превышающего допустимые значения (ремонт, профилактика и т. п.), используются средства индивидуальной защиты: защитные костюмы из металлизированной ткани, комплекты индивидуальной защитной экранирующей одежды, защитные очки из стекла с металлизированным слоем диоксида олова, шлем-маски из металлической сетки с ячейкой, соответствующей длине волны излучения.

7.4. Микроклимат производственных помещений

Общие требования к параметрам микроклимата

Параметры микроклимата в соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4. 548-96 [24] должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей производственной средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

- Параметрами, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:
- Температура воздуха, $t^{\circ}\text{C}$;
- Температура поверхностей (стен, потолка, пола, ограждений оборудования и т.п.), $t_{\text{п}}^{\circ}\text{C}$;
- Относительная влажность воздуха, $W\%$;
- Скорость движения воздуха, V м/с;
- Интенсивность теплового облучения, P Вт/м². Стандартами (ГОСТ 12.1.005-88 и СанПиН 2.2.4.548-96) предусмотрены два качественных уровня норм микроклимата:
 1. Оптимальные величины параметров микроклимата;
 2. Допустимые величины параметров микроклимата.

Оптимальные нормы параметров микроклимата установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека (см. п. 2.6). Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта, когда человек не испытывает тепловых неудобств в течение 8 часовой рабочей смены.

В этом случае создаются благоприятные условия для высокопроизводительного труда. Оптимальные нормы являются предпочтительными на рабочих местах.

К мероприятиям по оздоровлению воздушной среды в производственном помещении относятся: правильная организация вентиляции и кондиционирования воздуха, отопление помещений. Вентиляция может осуществляться естественным и механическим путём. В помещении ВЦ должны подаваться следующие объёмы наружного воздуха: при объёме помещения до 20 м^3 на человека – не менее 30 м^3 в час на человека; при объёме помещения более 40 м^3 на человека и отсутствии выделения вредных веществ допускается естественная вентиляция.

В кабинете осуществляется искусственная и естественная вентиляция. Воздух поступает и удаляется через щели, окна, двери и с помощью кондиционера. Так как объём на одного человека 40 м^3 , что соответствует норме (должно быть 40 м^3), то достаточный приток свежего воздуха обеспечивается. В зимнее время в помещении необходимо предусмотреть систему отопления. Она должна обеспечивать достаточное, постоянное и равномерное нагревание воздуха. В помещениях с повышенными требованиями к чистоте воздуха должно использоваться водяное отопление. В рассматриваемой аудитории используется водяное отопление со встроенными нагревательными элементами и стояками. Кроме того, воздух нагревается с помощью кондиционера.

7.5. Экологическая безопасность

Экологическая безопасность на предприятии — это определенный комплекс мер. Их цель – приведение его деятельности к соответствию природоохранным нормативам и повышение его рентабельности. Организация, использующая энерго - и ресурсосберегающие процессы, увеличивает свою эффективность, а кроме того, снижает воздействие вредных веществ, как на самих работников, так и на окружающую среду.

Солнечные станции вызывают большие по площади затенения земель, что приводит к сильным изменениям почвенных условий, растительности и т. д. Нежелательное экологическое действие в районе расположения станции вызывает нагрев воздуха при прохождении через него солнечного излучения, сконцентрированного зеркальными отражателями. Это приводит к изменению теплового баланса, влажности, направления ветров; в некоторых случаях возможны перегрев и возгорание систем, использующих концентраторы, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Применение низкокипящих жидкостей и неизбежные их утечки в солнечных энергетических системах во время длительной эксплуатации могут привести к значительному загрязнению питьевой воды. Особую опасность представляют жидкости, содержащие хроматы и нитриты, являющиеся высокотоксичными веществами.

Неблагоприятные воздействия солнечной энергии на окружающую среду могут проявляться:

- в отчуждении земельных площадей, их возможной деградации;
- в большой материалоемкости;
- в возможности утечки рабочих жидкостей, содержащих хлораты и нитриты;
- в опасности перегрева и возгорания систем, заражения продуктов токсичными веществами при использовании солнечных систем в сельском хозяйстве;

- в изменении теплового баланса, влажности, направления ветра в районе расположения станции;
- в затемнении больших территорий солнечными концентраторами, возможной деградации земель;
- в воздействии на климат космических СЭС;
- в создании помех телевизионной и радиосвязи;
- в передаче энергии на Землю в виде микроволнового излучения, опасного для живых организмов и человека.

7.6. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения.

Предусматриваемые при проектировании зданий и установок противопожарные мероприятия зависят прежде всего от пожарной или взрывопожарной опасности размещенных в них помещений. Помещения и здания в целом делятся по степени пожарной или взрывопожарной опасности на пять категорий в соответствии с НПБ 105-03. Данное помещение можно отнести к категории «В». Категория «В» включает в себя помещения содержащие горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе волокна и пыль), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом гореть при условии, что помещения, в которых они имеются или обращаются, не относятся к категориям А или Б.

Основными причинами пожаров от электрического тока является короткое замыкание, перегрузки электрических установок, переходные сопротивления и искрения.

Причинами короткого замыкания могут быть неправильный выбор сечения и марки кабелей приводов, износ и различные механические повреждения изоляции. Перегрузка электрических цепей вызывает нагрев электрических установок, снижение диэлектрических свойств изоляции и ее воспламенение. Большие переходные сопротивления вызывают нарушения диэлектрических свойств изоляции и ее возгорание. Они, как правило, возникают, когда проводники состоят из проводов разного сечения и разнородного материала, а также плохого контакта между собой и коммуникационными аппаратами. Искрение происходит в момент разъединения находящихся под напряжением проводов выключателей, предохранителей и т.п.

Во избежание пожаров от электрического тока необходимо, чтобы электрические сети и электрооборудование отвечали требованиям правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и межотраслевых правил по охране труда при эксплуатации электроустановок ПОТ Р М-0162001.

Пожарная безопасность на производстве обеспечивается следующими мероприятиями пожарной профилактики:

- организационные – противопожарный инструктаж, создание добровольных пожарных дружин и комиссий, разработка планов эвакуации;
- технические – соблюдение норм и правил при проектировании и строительстве зданий, соблюдение норм при выборе оборудования, устройство вентиляции и отопления, оснащение средствами пожаротушения и т.д.;
- режимные – запрещение курения в неустановленных местах;
- эксплуатационные – своевременный ремонт оборудования.

Система пожарной защиты предусматривает следующие меры:

- предотвращение распространения пожара за пределы очага;
- применение средств пожаротушения;

- эвакуация людей в случае пожара;
- применение средств пожарной сигнализации и средств извещения.

Надёжная и безопасная работа электрооборудования обеспечивается в результате правильного его выбора, качества изготовления и регулярного проведения осмотров, профилактических испытаний и ремонтов. Поэтому имеет особое значение выполнения требований ПУЭ и ГОСТ при выборе электрооборудования. [25]

В помещении площадью 60 м² согласно документу «Правила противопожарного режима в РФ» от 25.04.2012г. необходимо иметь:

- 1 огнетушителя типа ОП-5;
- не менее 1 огнетушителей типа ОВП-10;
- план эвакуации людей;
- средства пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре.

План эвакуации людей приведен на рис. 7.1.

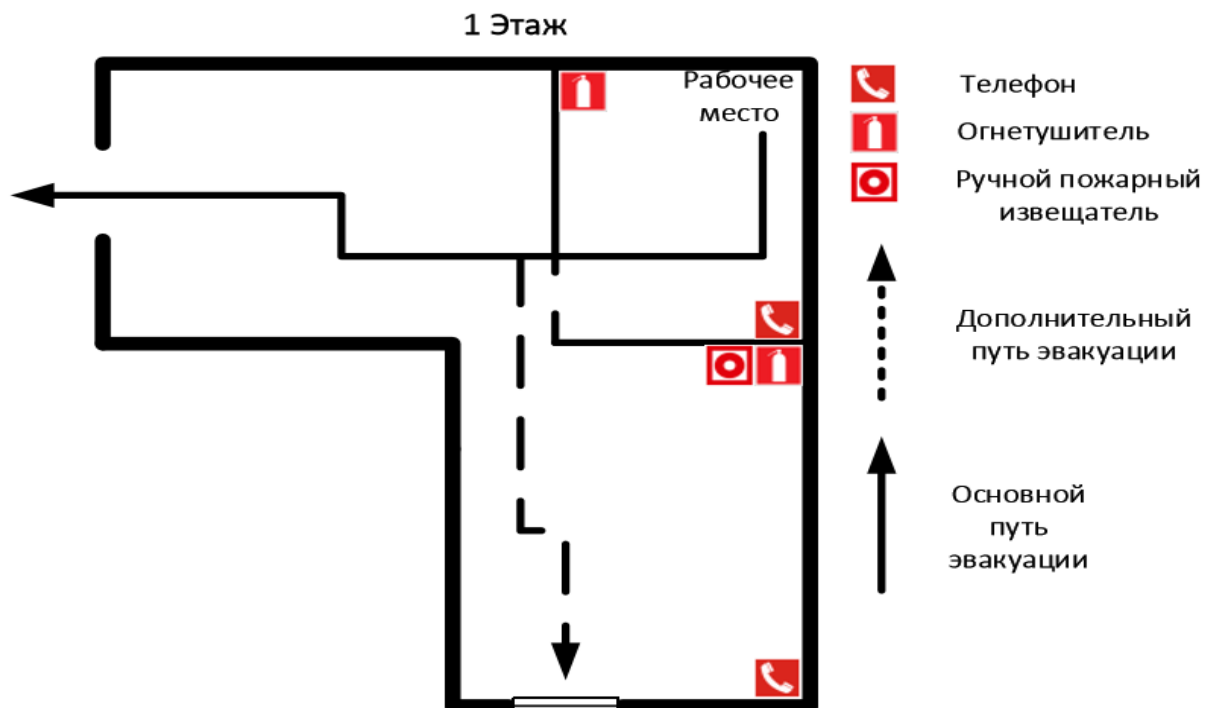


Рис. 7.1. План эвакуации людей при пожаре

Каждый, обнаруживший пожар или загорание, обязан немедленно вызвать пожарную охрану по телефону 01, а также при необходимости вызвать газоспасательную, медицинскую и другие службы. Информацию об очаге возгорания необходимо сообщить лицу ответственному за эвакуацию людей из здания. Если в помещении, где произошло загорание, находятся предметы, потеря которых может привести к серьезным финансовым затруднениям предприятия или к потере ценной информации, то нужно приступить к тушению очага пожара.

В помещении назначен ответственный за эксплуатацию электрохозяйства, а обеспечение пожароопасной электроустановок и электросетей. В его обязанности входит:

- своевременное проведение профилактических осмотров и ППР;
- следить за правильностью выбора и применения оборудования;
- систематически контролировать состояние аппаратов, предохраняющих от отклонений в режимах работы;
- следить за наличием средств пожаротушения;
- организовать систему обучения и инструктаж по вопросам, обеспечения пожароопасности. Меры пожарной безопасности:
- наличие необходимого количества выходов;
- пожарная сигнализация;
- организационно-технические мероприятия.

7.7. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место – место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя. Постоянное рабочее место – место, на

котором работник находится большую часть (более 50% или более 2 часов непрерывно) своего рабочего времени. Рабочая зона – пространство высотой до 2 м от уровня пола или площадки, на котором находятся места постоянного или временного пребывания работников.

Находясь на своем рабочем месте, т.е. в производственной среде, человек может подвергаться действию целого ряда опасных и (или) вредных производственных факторов, от действия которых он должен быть максимально защищен. В соответствии с ГОСТ 12.2.061-81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам» рабочее оборудование, инструмент, приспособления должно полностью отвечать требованиям безопасности, окружающая производственная среда соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям и, кроме того, рабочее место должно быть организовано таким образом, чтобы человек при выполнении работы затрачивал минимальное количество энергии. Соблюдение этих условий будет способствовать постоянно высокопроизводительному безопасному труду. Правильная организация рабочего места подразумевает знание и выполнение эргономических требований, которые определяются существующими стандартами. Так ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» определяет общие эргономические требования к рабочему месту при выполнении работ сидя, а ГОСТ 12.2.033-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» – при выполнении работ стоя» [26] [27] [28]

Режим труда и отдыха – это устанавливаемые для каждого вида работ порядок чередования периодов работы и отдыха и их продолжительность.

Рациональный режим – это такое соотношение и содержание периодов работы и отдыха, при которых высокая производительность труда сочетается с высокой и устойчивой работоспособностью человека без признаков чрезмерного утомления в течение длительного времени. Один из основных

вопросов установления рационального режима труда и отдыха – это выявление следующих принципов их разработки:

- Удовлетворение потребностей производства. Режим труда и отдыха строится применительно к наиболее рациональному производственному режиму, с тем, чтобы обеспечить нормальное исполнение работником своих обязанностей;
- Обеспечение наибольшей работоспособности человека. Нельзя строить режим труда и отдыха без учета работоспособности человека и объективной необходимости организма в отдыхе;
- Сочетание общественных и личных интересов. Режим труда и отдыха должен быть ориентирован в некоторой степени на удовлетворение личных интересов трудящихся и отдельных категорий работников (женщин, детей, учащихся и т. д.).

Научно обоснованным режимом труда и отдыха считается такой режим, который одновременно сочетает сохранение и повышение работоспособности и производительности труда с сохранением здоровья работников и созданием благоприятных условий для всестороннего развития человека.

Здоровье человека напрямую связано с его работоспособностью и утомляемостью, а от состояния здоровья во многом зависит успешность трудовой деятельности работника. Утрачивание резервных возможностей, сопротивляемости организма к внешним и внутренним негативным факторам ведут к существенному снижению эффективности профессиональной трудовой деятельности.

Заключение

В данной работе был разработан проект солнечной мини электростанции с накопителями электрической энергии, способной обеспечить бесперебойное электроснабжение автономного потребителя. В результате исследования построены графики выработки и потребления электрической энергии, выбраны тип и емкость аккумуляторных батарей, разработана структурная схема солнечной электростанции и выбрано основное оборудование в соответствии со схемой. Необходимое количество электрической энергии будут обеспечивать 8 солнечных модулей, бесперебойность электроснабжения обеспечивается за счет установки 4 накопителей, суммарной емкостью 800 А*ч и напряжением 12 В.

Разработана модель преобразователя в составе системы электропитания от солнечных батарей на базе микроконтроллера UC3845A. Разработана математическая модель, имитационная модель в САПР LTspice. Проведено моделирование работы системы электропитания при варьировании нагрузки, питающего напряжения. Показано что система удовлетворяет требованиям по энергетическим показателям и по пульсациям. Произведён выбор элементной базы АБ, СБ. Для питания потребителей переменного тока используется промышленно выпускаемый инвертор.

Микросхема UC3845A, предназначенная для инвертирующих схем, может быть эффективно использована в качестве системы управления повышающим преобразователем различного применения, что позволяет повысить показатели энергоэффективности.

Повышающий преобразователь предполагается использовать в системе автономного энергопитания от солнечной батареи. Преимущества этого использования состоят в том, что на вход инвертора будет подано не просто напряжение от солнечной батареи (оно зависит от светового потока), а стабилизированное напряжение, разрабатываемое ИП. Это позволит снимать максимально возможную мощность с солнечной батареи.

Список литературы:

1. Солнечная энергетика: учебное пособие для вузов /под ред. Виссарионова В. И., М.: изд. дом МЭИ, 2008
2. Осипов А.В., Шурыгин Ю.А., Шиняков Ю.А., Отто А.И., Черная М.М. Сопоставительный анализ энергетической эффективности преобразования энергии солнечной батареи преобразователями постоянного напряжения, Доклады ТУСУРа, №1 (27), март 2013, стр. 14
3. Construction and the analysis of bifurcation charts of the dynamic processes proceeding in the boost voltage converter. Mikhalchenko S.G., Russkin V.A. International Siberian Conference on Control and Communications SIBCON-2015, Omsk, Russia, may 2015.
4. Новейшие способы применения солнечной энергии. URL: <http://www.dsnews.ua>
5. Основных типа солнечных фотоэлектрических систем. URL: <http://www.solarhome.ru/basics/pv/techsys.htm>
6. Солнечные панели. Исследование и режим работы. URL: <http://www.solarenergo.ru/>
7. Аккумуляторы глубокого циклирования для автономных систем электроснабжения на возобновляемых источниках энергии. URL: <http://solarhome.ru>
8. Инверторы. URL: <http://solar.schneider-electric.com/>
9. Инверторы. URL: <http://elektrik.info/main/energy/868-invertordlyadomashney-solnechnoy-elektrostantsii.html>
10. Расчёт средней ежедневной выработки электроэнергии URL: <http://solarempire.ru>
11. Михальченко С.Г. Автоматизация анализа и синтеза импульсных преобразователей энергии с двухполярной реверсивной модуляцией. Кандидатская диссертация. Брянск, 2001.
12. Кобзев А.В., Коновалов Б.И., Семенов В.Д. Энергетическая электроника. Учебное пособие. Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования, 2010. 164 с. 5. Зиновьев Г.С. Силовая электроника. Учебное пособие. 5-е издание, исправленное и дополненное. М.: Юрайт – 2015, 667с.
13. Русскин В.А., Семенов С.М., Михальченко С.Г. Исследование динамических процессов в повышающем преобразователе напряжения с жесткой и мягкой коммутацией // Промышленная энергетика ISSN 0033-1155 // 2015. №8. С.23-30.
14. Техническая документация. HIGH PERFORMANCE CURRENT MODE PWM CONTROLLER Boost/SEPIC/Inverting DC/DC Converter./ Электронный документ: <http://www.ti.com/product/UC3845A>

15. Попова С.Н. Управление проектами. Часть I: учебное пособие / С.Н. Попова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 121 с.
16. А.И. Балашов., Е.М. Рогова., и др. Управление проектами. Учебник для бакалавров. «Юрайт». Москва 2013. – 383 с.
17. Ф.Н. Филина., И.А. Толмачёв. Всё об индивидуальном предпринимателе: [справочник]. - (3-е изд., перераб. и доп.). «Российский Бухгалтер» Москва 2009. - 504 с.
18. Н.Г. Алпатова., Н.Ю. Шорникова. Аудит расчетов по оплате труда: учебное пособие. «Юнити-Дана». Москва 2012. – 87 с.
19. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), утверждено Министерство экономики РФ, Министерство финансов РФ № ВК 477 от 21.06.1999 г. [Электронный ресурс]. - Режим доступа . - <http://www.cfin.ru/>
20. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация URL:http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_12000374_SSBT_Opasnye_i_v.html
21. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ «Средства защиты работающих. Классификация»
22. СНиП 23-05-95 Строительные нормы и правила Российской Федерации: Естественное и искусственное освещение.
23. ГОСТ 12.1.002-84 ССБТ. Электрические поля промышленной частоты
24. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
25. ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
26. ПУЭ «Правила устройства электроустановок Издание седьмое».
27. ПОТ Р М-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
28. ГОСТ 12.2.061-81 «Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам».
29. ГОСТ 12.2.032-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
30. ГОСТ 12.2.033-78. «ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования» – при выполнении работ стоя»
31. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления»

Приложение А-технические характеристики Солнечный ФЭ модуль One-Sun 250М

Технические характеристики:

Номинальная выходная мощность	250 Вт (+ до 3 Вт)
Номинальное напряжение	между 12 и 24 В
Напряжение холостого хода U_{xx}	37,7 В
Напряжение при максимальной мощности, U_m	30,9 В
Ток при максимальной мощности, I_m	8,09 А
Ток короткого замыкания	8,76 А
Размеры модуля (длина, ширина, толщина)	1640x992x40 мм
Вес	19,6 кг
Солнечные элементы	60 шт. Grade A, монокристаллический кремний
Станина (рама)	Алюминиевый профиль толщиной 40 мм
Клеммная коробка	С 3 диодами, класс защиты IP65
Коннекторы	MC4 совместимые
Температура эксплуатации	от -40°C до +85°C



Свинцово-кислотные аккумуляторы DELTA серии GX изготовлены по технологии GEL. В качестве электролита используется загущенная серная кислота в виде геля, что обеспечивает устойчивость аккумуляторов DELTA GX к глубоким разрядам и высокую температурную стабильность.

Аккумуляторы DELTA серии GX предназначены для работы как в буферном, так и в циклическом режимах.



Габариты

Длина, мм	522
Ширина, мм	238
Высота, мм	218
Полная высота, мм	240
Вес, кг	65

Конструкция батарей

Компонент	Полож. пластина	Отриц. пластина	Контейнер	Крышка	Клапан	Клеммы	Сепаратор	Электролит
Материал	Диоксид свинца	Свинец	ABS	ABS	Каучук	Медь	Стекловолокно	Гель

Технические характеристики

Номинальное напряжение	12 В
Число элементов	6
Срок службы	10 лет
Номинальная емкость (20°C)	
20 часовой разряд (10.25 А, 10.8 В).....	205 Ач
10 часовой разряд (20 А, 10.8 В).....	200 Ач
5 часовой разряд (36 А, 10.5 В)	180 Ач
1 часовой разряд (131 А, 9.6 В)	131 Ач
Внутреннее сопротивление	
полностью заряженной батареи (20°C)	3.6 мОм
Саморазряд	3% емкости в месяц при 20°C

Особенности

- Продолжительный срок службы;
- Устойчивость к глубоким разрядам;
- Температурная стабильность характеристик;
- Исключены утечки кислоты, гарантируется безопасная эксплуатация с другим оборудованием;
- Отсутствует газовыделение, достаточно естественной вентиляции;
- Нет необходимости в контроле уровня и доливе воды;
- Корпус выполнен из негорючего пластика ABS.

Рабочий диапазон температур

Разряд	-20 – 60°C
Заряд	-10 – 60°C
Хранение	-20 – 60°C
Макс.разрядный ток (20°C)	1000 А (5с)
Циклический режим (14.4 - 14.7 В)	
Макс.зарядный ток	60 А
Температурная компенсация	-30 мВ/°C
Буферный режим (13.5-13.8 В)	
Температурная компенсация	-20 мВ/°C
Ток короткого замыкания	3300 А

Разряд постоянным током, А при 25°C

А/эл-т	5 мин	10 мин	15 мин	30 мин	1 ч	3 ч	5 ч	10 ч	20 ч
1.60 В	507	405	332	223	131	53.9	40.2	20.4	10.55
1.65 В	481	386	317	214	126	52.1	38.7	20.3	10.50
1.70 В	453	366	301	205	122	50.3	37.5	20.2	10.45
1.75 В	427	346	287	195	116	48.6	36.0	20.1	10.40
1.80 В	399	324	270	184	110	46.2	34.3	20.0	10.25

Разряд постоянной мощностью, Вт при 25°C

Вт/эл-т	5 мин	10 мин	15 мин	30 мин	45 мин	1 ч	2 ч	3 ч	5 ч
1.60 В	865	708	575	398	300	239	133	97.9	71.0
1.65 В	811	684	558	388	293	234	131	96.1	70.9
1.70 В	797	659	539	377	286	229	128	94.3	69.8
1.75 В	762	633	521	364	276	222	125	92.6	68.8
1.80 В	725	605	498	350	267	215	120	89.4	67.7

Приложение С – Технические характеристики инвертора Инвертор
СибКонтакт ИС-48-3000 48/220 В (3000 Вт)

Синусоидальный инвертор 48-220 В, мощностью 3000 Вт. Допускается перегрузка инвертора до 6000 Вт в течение 2 сек. Рабочий диапазон входного напряжения от АКБ: 40 - 60 В. Есть режим энергосбережения. Корпус металлический.

Технические характеристики

Рабочий диапазон входного напряжения от АКБ, В	40 - 60
Номинальное значение входного напряжения от АКБ, В	54
Номинальный ток потребления инвертора при номинальном входном напряжении, А	60
Номинальный выходной ток питания нагрузки, А	13,6
Максимальный выходной ток нагрузки в "пусковом" режиме, А	27,3
Ток потребления инвертора от АКБ на холостом ходу в "активном режиме", А	менее 1
Ток потребления инвертора от АКБ в энергосберегающем "спящем режиме", А	менее 0,01
Выходное напряжение, В	220 ± 10
Частота выходного напряжения, Гц	50 ± 0,2
Форма выходного напряжения	синусоидальная (чистая)
Коэффициент искажения синусоидальности, %	5
Номинальная выходная мощность, Вт*	3000
Максимальная выходная мощность, Вт	6000
Время работы на максимальной выходной мощности, секунд	2
Коэффициент полезного действия, %, не менее	92
Предохранитель на входе	Есть
Защита от короткого замыкания	Есть
Защита от перегрузки	Есть
Защита от повышения напряжения питания от АКБ	Есть
Защита от перегрева	Есть
Защита аккумулятора от полной разрядки	Есть
Гальваническая развязка между цепями 48 В и 220 В	Есть
Материал корпуса	Металл
Длина проводов для подключения к АКБ, см	50 (возможен заказ проводов увеличенной длины)

Диапазон рабочих температур, °C	-40...+40
Масса не более, кг	5
Размеры, мм	165x245x198