

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Солнечно – дизельная система электроснабжения автономного потребителя

УДК 621.43/.47:621.31.031

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Варнавская Светлана Вячеславовна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сурков М.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	к.т.н.		

Томск – 2017 г.

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

(Подпись) _____ (Дата) **Сурков М.А.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Варнавской Светлане Вячеславовне

Тема работы:

Солнечно – дизельная система электроснабжения автономного потребителя	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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.).	<ol style="list-style-type: none">1. Энергопотребление поселка2. Солнечная инсоляция3. Количество населения п. Лисица4. Типовой график нагрузки
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).	<ol style="list-style-type: none">1. Оценка потенциала СЭС, определение наиболее перспективного энергоресурса.2. Разработка структурной схемы ДЭС.3. Разработка структурной схемы СДЭС и алгоритма её функционирования.4. Выбор оборудования СДЭС.5. Сравнение тарифов ДЭС, СДЭС6. Планирование расчета и проектирования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	1. Однолинейная схема СДЭС 2. Структурная схема СДЭС
--	---

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Попова С.Н.
Социальная ответственность	Бородин Ю.В.
Иностранный язык	Матухин Д.Л.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Введение

Солнечные панели

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сурков М.А.	К.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Варнавская Светлана Вячеславовна		

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

Институт Энергетический (ЭНИН)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования магистр

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

Период выполнения осенний 2015/2016/, весенний семестр 2016/2017 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Обзор литературы	
	Исследования и проектирование системы электроснабжения	
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	
	Социальная ответственность	
	Заключение	
	Обязательное приложение на иностранном языке	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сурков М.А.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	К.Т.Н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Варнавской Светлане Вячеславовне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	магистр	Направление/специальность	13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

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

Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	1. Стоимость материальных ресурсов определяется по средней стоимости по г. Томску 2. Оклады операторов станции средние по России
---	---

Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	1. Отчисления в страховые фонды 30,2% 2. Ставка дисконтирования 6%
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	1. Анализ конкурентных технических решений
Определение ресурсной, финансовой, экономической и социальной эффективности	1. Оценка социальной эффективности научного проекта 2. Расчет капитальных затрат 3. Расчет эксплуатационных издержек 4. Оценка экономической эффективности

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. График срока окупаемости 2. График внутренней нормы доходности
--

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Попова С.Н.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Варнавская Светлана Вячеславовна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM5E	Варнанской Светлане Вячеславовне

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Электроэнергетика и Электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	<p><i>Описание места проведения работ по разделу на предмет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - возникновения вредных и опасных проявлений факторов производственной среды; - возникновения негативного воздействия на окружающую среду; - возникновения чрезвычайных ситуаций (пожара, взрыва); - организации работы отдела охраны труда и его месторасположения.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке	<p><i>1. Анализ вредных факторов, проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - выдержки из действующих нормативов на нормы с необходимой размерностью (с ссылкой на соответствующий нормативно технический документ); - предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства); - описание технических систем, обеспечивающих требования нормативов. <p><i>2. Анализ опасных факторов проектируемой производственной среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность (технические способы защиты). <p><i>3. Охрана окружающей среды:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p><i>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения); - разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; - разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. <p><i>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия управления охраной труда, ООС, ЧС. <p><i>Перечень законодательных и нормативных документов</i></p>
Перечень расч-го и граф-го материала	<p><i>1. Расчет молниезащиты освещения рабочего помещения.</i></p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5E	Варнанская Светлана Вячеславовна		

Сокращения

АБ - аккумуляторные батареи;

ДЭС- дизельная электростанция;

ДГ- дизельный генератор;

СЭС- солнечная электростанция;

СДЭС- солнце-дизельная электростанция;

СИ – сетевой инвертор;

Н – нагрузка;

СП – солнечные панели;

К – контроллер;

АКБ – аккумуляторные батареи;

И – инвертор;

MPPT- Maximum Power Point Tracking — отслеживание точки максимальной мощности;

ДТ- датчиков тока;

КПД- коэффициент полезного действия;

ДГУ – дизель-генераторная установка;

ИБП – источник бесперебойного питания.

Реферат

Выпускная квалификационная работа 112 страниц, 28 рисунков, 42 таблицы, 16 источников, 3 приложения.

Ключевые слова: автономное электроснабжение, солнечно-дизельная электростанция, электростанция, солнечный модуль, инсоляция, накопитель электрической энергии.

Объектом исследования являются: потребитель 2 категории

Цель работы: Разрабатывается солнечно дизельная электростанция автономного потребителя. Подбирается оптимальное количество оборудования. Рассчитывается тариф и срок окупаемости проекта.

В процессе исследования проводились: построение графиков нагрузки автономного потребителя, оценка потенциала солнечной электростанции и расчет оптимального количества солнечных панелей, рассмотрен вариант энергетического комплекса с использование солнечных панелей без накопителей, рассчитан энергетический комплекс с использованием солнечных панелей с накопителями электрической энергии и выбор оборудования, рассчитан тарифа солнечной электростанции, произведен расчет дизельной электростанции и выбор оборудования, рассчитан тариф дизельной электростанции, произведен расчет солнечно-дизельной электростанции, расчет и выработки электрической энергии солнечными модулями.

В результате исследования построены графики выработки и потребления электрической энергии, графики солнечной инсоляции, выбраны тип и емкость аккумуляторных батарей, разработана схема солнечно-дизельной электростанции и выбрано основное оборудование в соответствии со схемой, произведено сравнение тарифов солнечной электростанции, дизельной электростанции и солнце-дизельной электростанции.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: разработанная схема солнечно-дизельной

электростанции способна обеспечить бесперебойное электроснабжение потребителя.

Область применения: бесперебойное обеспечение потребителя 2 категории электрической энергией.

Экономическая эффективность/значимость работы: Замещение доли дизель-генераторов в выработке электрической энергии, обеспечение экологически чистой электроэнергией.

В будущем планируется: Усовершенствование прогнозирования запуск дизельного генератора и развитие возобновляемой энергетики в регионе и в стране в целом.

Оглавление	
Введение.....	11
1. Физические основы выработки электроэнергии с помощью солнечных батарей.....	12
1.1 Принцип действия солнечных элементов	12
1.2 Типы солнечных панелей.....	14
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение..	17
3.1 Анализ конкурентных технических решений.....	18
3.2 Капитальные затраты.....	19
3.3 Эксплуатационные издержки	21
3.4 Оценка социальной эффективности научного проекта	23
3.5 Оценка экономической эффективности проектных решений.....	23
Вывод:	27

Введение

Развитие общества определяет уровень энерговооруженности. С каждым годом потребность человечества в электроэнергии возрастает.

В настоящее время энергетика России является централизованной и в 90 % случаев основывается на использовании невозобновляемых источниках энергии. Таких как: газ, уголь, нефть, дрова, а также продуктах их переработки. Современная энергетика стала обращать все больше внимания на возобновляемые источники энергии. Это в будущем может привести к тому, что данный вид энергии может стать основным.

Возобновляемыми источниками энергии являются: энергия солнца, энергия ветра, энергия рек и водоемов, геотермальная энергия, Биомасса.

В связи с тем, что территория России очень большая и на 70% отсутствует централизованное электроснабжение, то возникает проблема, как увеличить надежность электроснабжения отдельных потребителей.

Решением данной проблемы электроснабжения является установка автономных дизельных систем совместно с установками возобновляемой энергетики, а именно солнечных батарей.

Работоспособность солнечных батарей зависит от местных климатических условий, времени года и суток. Но солнечный потенциал региона, где будут устанавливаться солнечные батареи, должен иметь достаточно высокую солнечную активность для обеспечения высокого КПД производительности солнечной батареи.

Исходя из топографических карт, карт рельефа местности и значения суммарной солнечной радиации выбираем место строительства. Данная солнечно-дизельная электростанция находится в Томской области поселок Лисица Верхнекетского района, административного центра Макзырского поселения. Климат в данной местности континентально-циклонический. Среднегодовая температура января от -20,5 °С до -23 °С, абсолютный минимум -56 °С. Средняя температура июля от +17,3°С до +18,3°С, абсолютный максимум температуры +38°С. [1]

Для потребителя Томской области поселка Лисица была рассчитана автономная солнечно-дизельная система электроснабжения. Данная система состоит из солнечной батареи, дизельного генератора, аккумуляторной батареи, инвертора и коммутационной аппаратуры.

1. Физические основы выработки электроэнергии с помощью солнечных батарей

1.1 Принцип действия солнечных элементов

Солнечный модуль основан на явлении фотоэффекта, который заключается в том, что прямое солнечное излучение может преобразоваться в электричество при использовании полупроводниковых материалов. В солнечном элементе, когда солнечное излучение попадает на поверхность модуля, происходит пространственное перераспределение зарядов, за счет чего возникает ЭДС.

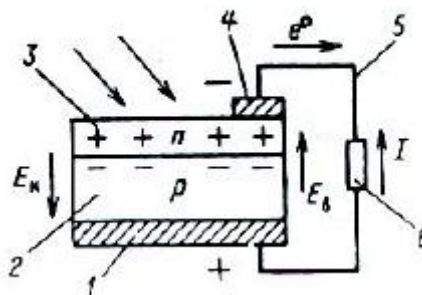


Рисунок 1.1.1 – Принципиальная схема фотоэлемента [1]

1- Металлический электрод; 2- полупроводник р- типа; 3- полупроводник n- типа; 4- лицевой контакт (электрод); 5- проводник;

Одна сторона кремневого кристалла легируется при помощи диффузии или ионной бомбардировки примесными атомами алюминия либо бора, а другая сторона кристалла – донорными атомами мышьяка либо фосфора. Результатом легирования является образование слоя 2 – полупроводника р – тапа, у которого основные носители заряда – «положительные дырки», и слоя 3 – полупроводника n – типа, у которого основные носители заряда – «отрицательные свободные электроны». На кристалл кремния на тыльную и лицевую стороны наносятся металлический электрод 1 и лицевой контакт 4

соответственно. К данным электродам присоединяется проводник 5, который образует внешнюю цепь с нагрузкой.

Когда солнечное излучение попадает на солнечный элемент, то в слоях p – типа и n – типа появляются неосновные носители заряда, у которых знак будет противоположным знаку основных носителей заряда. Под действием полученного электростатического притяжения основные свободные носители заряда будут диффундировать через границу соприкосновения слоев 2 и 3 образуя $p - n$ переход с напряжённостью электрического поля E_k . Напряженность наведенного электрического поля будет препятствовать диффузии электронов за пределы пограничного слоя. При этих условиях область n приобретёт отрицательный заряд, а область p – положительный. Это будет эквивалентно приложению внешнего электрического поля с напряженностью $E_{вн}$ к p - n переходу. Для основных носителей заряда поле напряженностью $E_{вн}$ будет движущимся, а для неосновных – запирающим. На электродах 1 и 4 устанавливается разность потенциалов за счет динамического равновесия потока носителей заряда через p - n переход.

Когда фотоны солнечного излучения сталкиваются с электронами кристалла и у фотона достаточно энергии, чтобы выбить электрон, то образуется «дырка» в кристаллической решетке. При этом p - n переход разделяет пары дырка-электрон и разность потенциалов увеличивается. Если же энергии фотонов недостаточно, чтобы выбить электрон, то наличие солнечного излучения приводит лишь к тому, что солнечный элемент нагревается. Если ко внешней цепи солнечного модуля подключить нагрузку, то по этой цепи потечет ток I . Направление тока будет навстречу движущимся электронам. [1].

1.2 Типы солнечных панелей

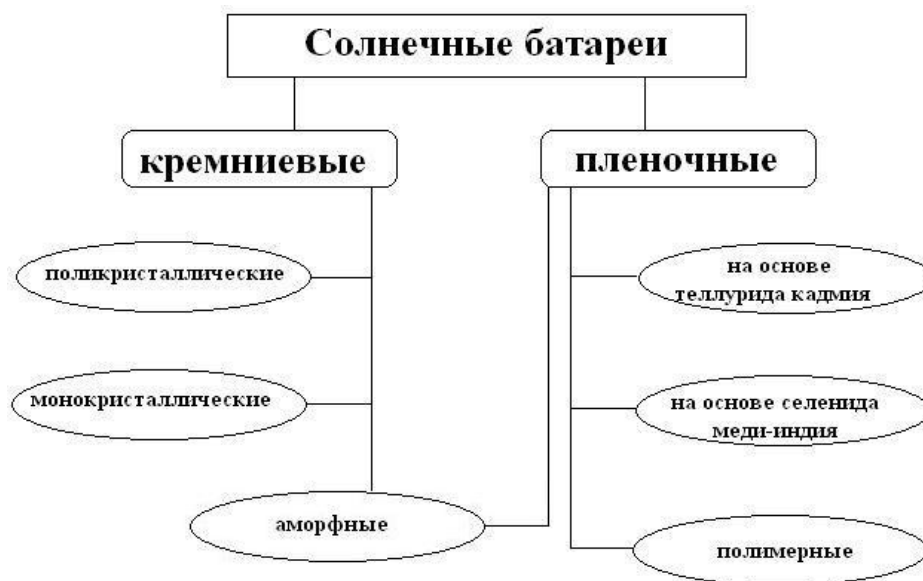


Рисунок 1.2.1 – Виды солнечных батарей

Кремниевые

Самые популярные на сегодняшний день – это батареи, основой которых является кремний. Это связано с тем, что на земле большие запасы кремния, в связи с чем он имеет низкую себестоимость. А также в сравнении с другими видами солнечных батарей, кремниевая батарея имеет высокий показатель производительности. Из рисунка 2 видно, что кремниевые батареи делают из поли- и монокристаллов кремния, а также аморфного кремния.

Монокристаллические

Солнечные панели из монокристаллов кремния являются силиконовыми ячейками, которые объединены между собой. Чтобы изготовить такие панели необходимо использовать самый чистый кремний, который получают методом Чохральского. После того, как кристалл кремния затвердеет, его нарезают на тонкие пластины с толщиной 300 мкм, и пронизывают сеткой из металлических электродов. Технология, которую используют, относительно дорогостоящая, поэтому монокристаллические панели стоят дороже, чем аморфные и поликристаллические. У данного вида батарей высокий КПД – 17-22%.

Поликристаллические

Чтобы получить поликристалл, необходимо расплав кремния подвергнуть медленному охлаждению. Такая технология позволяет снизить себестоимость кремния, так как требует меньше энергозатрат, чем для получения монокристаллов. Однако, поликристаллические солнечные панели имеют относительно невысокий КПД – 12-18%, в сравнении с монокристаллическими панелями. Эффективность элемента уменьшается из-за того, что внутри поликристаллического кремния образуются области с зернистыми границами.

Аморфные

Аморфные батареи можно отнести как к классу кремниевых, так и к классу пленочных. С кремниевыми их роднит используемый материал, а вот с пленочными – технология производства. Для изготовления аморфных панелей применяются не кристаллы кремния, а кремневодород или силан. На материал подложки он наносится тонким слоем. Главным недостатком таких панелей является низкий КПД – 5-6%, достаточно низкий показатель эффективности. Но аморфные панели имеют и свои преимущества, такие как:

- Высокий показатель оптического поглощения в 20 раз превышающий показатели у моно и поликристаллических батарей;
- Толщина панелей составляет менее 1 мкм;
- При пасмурной погоде производительность выше, чем у моно- и поликристаллов.
- Гибкость повышена.

Пленочные

Пленочные батареи разрабатываются с целью снижения стоимости солнечных панелей, а также улучшения их производительности и технических характеристик.

На основе CdTe

Теллурид кадмия – светопоглощающий материал, предназначенный для солнечных панелей. На сегодняшний день батареи, основанные на CdTe,

являются перспективнейшими для солнечной энергетики. Но есть одна проблема, почему данные панели не пришли на замену кремниевым. Кадмий – это кумулятивный яд, и ученые спорят лишь по одному вопросу: насколько он токсичен. Новые исследования показывают, что кадмий, который высвобождается в атмосферу, настолько мал, что нет причин его опасаться. КПД панелей, основанных на теллуриде кадмия, составляет 11%. Но при таком относительно небольшом КПД, ватт мощности будет стоить на 30% меньше, чем у кремниевых панелей.

На основе селенида меди-индия

Для такого вида панелей в качестве полупроводников используют селен, медь и индий. В некоторых случаях элемент с индием могут заменить галлием. Такую практику применяют в связи с тем, что для производства плоских мониторов необходимо достаточно большое количество индия. И чтобы сэкономить индий, его заменяют галлием, у которого схожие характеристики. Такой вид солнечных панелей, который основан на селениде меди-индия, обладает КПД – 17-20%. Но если использовать индий, не заменяя его галлием, то солнечные панели будут иметь эффективность выше на 14%.

На основе полимеров

Данный вид батарей начал разрабатываться относительно недавно. За основу светопоглощающего материала были приняты органические полупроводники (углеродные фуллерены, фталоцианин меди, полифенилен и др.). Толщина пленки у таких панелей составляет 100 нм. КПД у солнечных батарей на основе полимеров достигает всего лишь 5-6%. Но они имеют и свои преимущества, такие как:

- Низкая стоимость производства;
- Доступность и легкость;
- Экологичность - без вреда для окружающей среды.

Свое применение солнечные батареи на основе полимеров нашли в областях, где важным фактором является экологическая утилизация и механическая эластичность.

В таблице 1.2.1 приведены виды солнечных панелей и данные их КПД. [3]

Таблица 1.2.1 – КПД солнечных панелей

Виды солнечных элементов	КПД (%)
Монокристаллические	17-22
Поликристаллические	12-18
Аморфные	5-6
Основанные на теллуре кадмия	10-12
Основанные на селениде меди-индия	15-20
Основанные на полимерах	5-6

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель данного раздела – проанализировать конкурентные технические решения, рассчитать капитальные затраты на используемое оборудование, найти эксплуатационные издержки, оценить социальную эффективность научного проекта, а также произвести оценку экономической эффективности проектных решений.

Цель проекта – замена традиционных источников энергии на альтернативные (возобновляемые). Главной задачей является показать, что возобновляемые энергоресурсы могут быть конкурентоспособными, могут сохранять экологичность, и при этом уменьшать себестоимость электроэнергии.

В работе рассматриваются четыре варианта электроснабжения поселка Лисица:

1. Количество энергии, получаемой от солнечных батарей, хватает на покрытие летнего графика нагрузки ($W_{\text{сут}} = 827,59 \text{ кВт*ч}$).

2. Количество энергии, получаемой от солнечных батарей, хватает на покрытие весеннего и осеннего графиков нагрузки ($W_{\text{сут}} = 1019,67 \text{ кВт*ч}$).

3. Количество энергии, получаемой от солнечных батарей, хватает на покрытие зимнего графика нагрузки ($W_{\text{сут}} = 1134,46 \text{ кВт}\cdot\text{ч}$).

4. Энергия, которую получает потребитель, вырабатывается только дизель-генераторами.

3.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которая приведена для данного случая в таблице 3.1.1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, \quad (26)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы); B_i – балл i -го показателя.

Таблица 3.1.1 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы				Конкурентоспособность			
		$B_{\text{ф}}$	$B_{\text{к1}}$	$B_{\text{к2}}$	$B_{\text{к3}}$	$K_{\text{ф}}$	$K_{\text{к1}}$	$K_{\text{к2}}$	$K_{\text{к3}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Технические критерии оценки ресурсоэффективности									
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	4	3	0,4	0,4	0,4	0,3
Потребление топлива	0,2	3	4	5	1	0,6	0,8	1	0,2
Первоначальная стоимость	0,1	3	2	1	4	0,3	0,2	0,1	0,4
Надежность	0,2	4	4	3	3	0,8	0,8	0,6	0,6
Безопасность	0,1	5	5	5	3	0,5	0,5	0,5	0,3

Гибкость	0,2	4	4	3	4	0,8	0,8	0,6	0,8
Простота эксплуатации	0,1	4	4	4	4	0,4	0,4	0,4	0,4
Итого	1	27	27	25	22	3,8	3,9	3,8	3,0

Итог по анализу:

По пятибалльной шкале оценка ресурсоэффективности выбранного варианта составляет 4 балла. Это говорит о том, что данный технический проект эффективен в использовании.

К сожалению, использование возобновляемых источников энергии порой ограничено, и их не везде целесообразно использовать. Этим и обуславливается уязвимость позиций конкурентов.

Конкурентное преимущество разработки заключается в том, что используемый ресурс является возобновляемым. Его применение не оказывает негативного влияния на окружающую среду, а также. Современные разработки направлены на увеличение эффективности и повышению КПД.

Данный анализ показывает, что разрабатываемый объект способен заинтересовать партнеров и инвесторов. Преимущества способны вызвать доверие покупателей. Все эти факты показывают, что данная разработка высоко конкурентная.

3.2 Капитальные затраты

3.2.1 Стоимость оборудования

В таблицах 3.2.1.1-3.2.1.3 приведено оборудование и его стоимость для варианта, когда энергия, вырабатываемая солнечными панелями, покрывает летний период, весенний период и когда работают только дизель-генераторы.

Таблица 3.2.1.1 – Сводная таблица оборудования для летнего сезона

№	Наименования	Цена за единицу, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1	Солнечная панель JAM6-60K 4BB	13737	500	6868500
2	Аккумулятор LT-LFP 200P	14000	1365	19110000
3	Инвертор МАП SIN	341000	12	4092000

	Pro			
4	АД-125-Т400	915000	2	1830000
5	Контроллер КЭС DOMINATOR MPPT 200/100	40185	10	401850
Итого:				32302350

Таблица 3.2.1.2 – Сводная таблица оборудования для весеннего сезона

№	Наименования	Цена за единицу, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1	Солнечная панель JAM6-60K 4BB	13737	800	10989600
2	Аккумулятор LT- LFP 200P	14000	2025	28350000
3	Инвертор МАП SIN Pro	341000	12	4092000
4	АД-125-Т400	915000	2	1830000
5	Контроллер КЭС DOMINATOR MPPT 200/100	40185	16	642960
Итого:				45904560

Таблица 3.2.1.3 – Сводная таблица оборудования для ДГУ

№	Наименования	Цена за единицу, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1	АД-125-Т400	915000	2	1830000

3.2.2 Проектные работы

Разработка проектной документации составит 8% от стоимости оборудования.

$$K_{\text{пд1}} = 0,08 \cdot 32302350 = 2584188 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пд2}} = 0,08 \cdot 45904560 = 3672364,8 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{пд3}} = 0,08 \cdot 1830000 = 146400 \text{ руб.}$$

3.2.3 Монтажные работы

Монтажные работы составляют 20% от стоимости устанавливаемого оборудования.

$$K_{\text{мр1}} = 0,02 \cdot 32302350 = 646047 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мр2}} = 0,02 \cdot 45904560 = 918091,2 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мр3}} = 0,02 \cdot 1830000 = 36600 \text{ руб.}$$

3.2.4 Затраты на доставку оборудования

В таблицах 2.4.1.6.2, 2.4.2.6.2, 2.4.4.2.2 представлены данные по весу и габаритам груза, который необходимо доставить в п. Лисица, а также рассчитана стоимость транспортировки.

$$K_{ст1}=400000\text{руб}$$

$$K_{ст2}=600000\text{руб}$$

$$K_{ст3}=100000\text{руб}$$

Капитальные затраты:

$$K_1=K_{ср1}+K_{пд1}+K_{мр1}+K_{ст1}=32302350+646047+2584188+400000=35932585\text{руб.}$$

$$K_2=K_{ср2}+K_{пд2}+K_{мр2}+K_{ст2}=45904560+918091,2+3672364,8+600000=51095016\text{руб.}$$

$$K_3=K_{ср3}+K_{пд3}+K_{мр3}+K_{ст2}=1830000+36600+146400+100000=2113000\text{руб.}$$

3.3 Эксплуатационные издержки

3.3.1 Материальные затраты

В материальные затраты входит стоимость за дизельное топливо и затраты на транспортировку топлива (10% от стоимости дизельного топлива).

$$C_{дт1} = V_{дт} \cdot C_{дт} = 38 \cdot 42222,6 = 1604458,8\text{руб.}$$

$$C_{дт2} = V_{дт} \cdot C_{дт} = 38 \cdot 20036,6 = 761390,8\text{руб.}$$

$$C_{дт3} = V_{дт} \cdot C_{дт} = 38 \cdot 101549,61 = 3886309,4\text{руб.}$$

3.3.2 Затраты на замену масла в зависимости от моточасов

Исходя из паспортных данных ДГУ стандартный период замены моторного масла составляет 250 моточасов. Определим через какое время должна происходить замена моторного масла для каждой электростанции.

Таблица 3.3.2.1 – Период замены моторного масла и его стоимость

	СДЭС1	СДЭС2	ДЭС
Сколько раз в год необходимо менять масло	12	5	36
Стоимость масла в	18281,68	7617,37	54845,04

год, руб			
----------	--	--	--

Берем бочку масло компании Лукойл Дизель 216,5 л стоимостью 13743 руб.

3.3.3 Оплата труда

Оплата труда для оператора солнечно – дизельной станции составляет 15000 руб. Для оператора на дизельной станции – 18000 руб.

В год получается:

СДЭС - $15000 \cdot 12 = 180000$ руб.

ДЭС - $18000 \cdot 12 = 216000$ руб.

3.3.4 Отчисления в страховые фонды

Отчисления в страховые фонды составляют 30,2 % от оплаты труда.

$O_{\text{СДЭС}} = 0,302 \cdot 180000 = 54360$ руб.

$O_{\text{ДЭС}} = 0,302 \cdot 216000 = 65232$ руб.

3.3.5 Ремонтные расходы

Ремонтные расходы составляют 35% от стоимости затрат на оплату труда и от отчислений в страховые фонды.

$P_{\text{СДЭС}} = 0,35 \cdot (180000 + O_{\text{СДЭС}}) = 0,35 \cdot (180000 + 54360) = 82026$ руб.

$P_{\text{ДЭС}} = 0,35 \cdot (180000 + O_{\text{ДЭС}}) = 0,35 \cdot (216000 + 65232) = 98431,2$ руб.

3.3.6 Прочие расходы

Прочие расходы составляют 10% от суммы материальных затрат, оплаты труда, отчислений в страховые фонды и ремонтные расходы.

$P_{\text{СДЭС1}} = 0,1 \cdot (C_{\text{ДТ1}} + 180000 + O_{\text{СДЭС}} + P_{\text{СДЭС}} + M_{\text{ч1}}) = 0,1 \cdot (1392502,7 + 180000 + 54360 + 82026 + 18281,68) = 193912,648$ руб.

$P_{\text{СДЭС2}} = 0,1 \cdot (C_{\text{ДТ2}} + 180000 + O_{\text{СДЭС}} + P_{\text{СДЭС}} + M_{\text{ч2}}) = 0,1 \cdot (661207,8 + 180000 + 54360 + 82026 + 7617,37) = 108539,417$ руб.

$P_{\text{ДЭС}} = 0,1 \cdot (C_{\text{ДТ3}} + 216000 + O_{\text{ДЭС}} + P_{\text{ДЭС}} + M_{\text{ч3}}) = 0,1 \cdot (3374953 + 216000 + 65232 + 98431,2 + 54845,04) = 429339,342$ руб.

3.3.7 Амортизационные отчисления

Величину амортизации не учитываем, как статью затрат с целью более корректного анализа сравнительной эффективности вариантов.

Эксплуатационные издержки:

$$И_1 = C_{ДТ1} + 180000 + O_{СДЭС} + P_{СДЭС} + П_{СДЭС1} + M_{ч1} = 1604458,8 + 18281,68 + 180000 + 54360 + 82026 + 193912,648 = 2133039 \text{ руб.}$$

$$И_2 = C_{ДТ2} + 180000 + O_{СДЭС} + P_{СДЭС} + П_{СДЭС2} + M_{ч2} = 761390,8 + 7617,37 + 180000 + 54360 + 82026 + 108539,417 = 1193934 \text{ руб.}$$

$$И_3 = C_{ДТ3} + 216000 + O_{ДЭС} + P_{ДЭС} + П_{ДЭС} + M_{ч3} = 3858885,18 + 54845,04 + 216000 + 65232 + 98431,2 + 429339,342 = 4722733 \text{ руб.}$$

3.4 Оценка социальной эффективности научного проекта

Реализация научного проекта влияет на критерии социальной эффективности. Необходимо оценить степень их влияния. Приведем оценку социальной эффективности в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Выброс газов и загрязнение почвы, в результате эксплуатации дизельных электростанций.	Энергия солнца замещает энергию, вырабатываемую дизельными электростанциями, тем самым уменьшая выбросы в атмосферу, и устраняя загрязнение почвы.
Перебои в подаче электроэнергии.	Бесперебойная работа .
Затрудненность доставки дизельного топлива в удаленные места привычными способами.	Энергия солнца востребована в удаленных местностях. И не требует транспортировки.
Зависимость компаний и частных лиц от монополии нефтегазовых компаний.	Как и другие альтернативные источники энергии, СЭС снижают зависимость компаний и частных лиц от монополии нефтегазовых компаний, т.е. создают конкуренцию

3.5 Оценка экономической эффективности проектных решений

Оценка эффективности проектных решений осуществляется на основании сравнения затрат по двум вариантам реализации проекта. Выбран наиболее перспективный вариант гибридного электроснабжения и вариант дизельного электроснабжения.

Сравним капитальные затраты и эксплуатационные издержки, и определим показатели сравнительной экономической эффективности.

3.5.1 Чистый дисконтированный доход (ЧДД):

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=i}^n \frac{(I_{3t} - I_{1t})}{(1+r)^t} - (K_1 - K_3) = 391655,99 \text{ руб.} \quad (27)$$

$$\text{ЧДД} \geq 0$$

где t – номер года;

Так как проект не является коммерческим и носит больше социальных характер, то возьмем ставку дисконтирования $r = 6\%$, по минимальной доходности (процентная ставка по краткосрочным депозитам Сберегательного банка).

Расчет ЧДД показал, что срок окупаемости проекта составляет 26 лет и срок окупаемости при ЧД составит 13 лет.

3.5.2 Индекс доходности (ИД)

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=i}^n \frac{(I_{3t} - I_{1t})}{(1+r)^t}}{K_1 - K_3} = 1,011 \quad (28)$$

$$\text{ИД} \geq 1$$

3.5.3 Срок окупаемости ($T_{\text{ок}}$):

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_1 - K_3}{\sum_{t=i}^n \frac{(I_{3t} - I_{1t})}{(1+r)^t}} = 26 \text{ лет} \quad (29)$$



Рисунок 3.5.3.1 – График срока окупаемости проекта

На графике видно, что кривая ЧДД пересекает ось времени окупаемости в точке 26. Это значит, что рассчитанная СДЭС окупится через 26 лет.

3.5.4 Внутренняя норма доходности (ВНД):

Для определения, при каком ВНД чистый дисконтированный доход будет равняться нулю, построим график зависимости ВНД от ЧДД.

$\text{ВНД} = r$, при котором $\text{ЧДД} = 0$

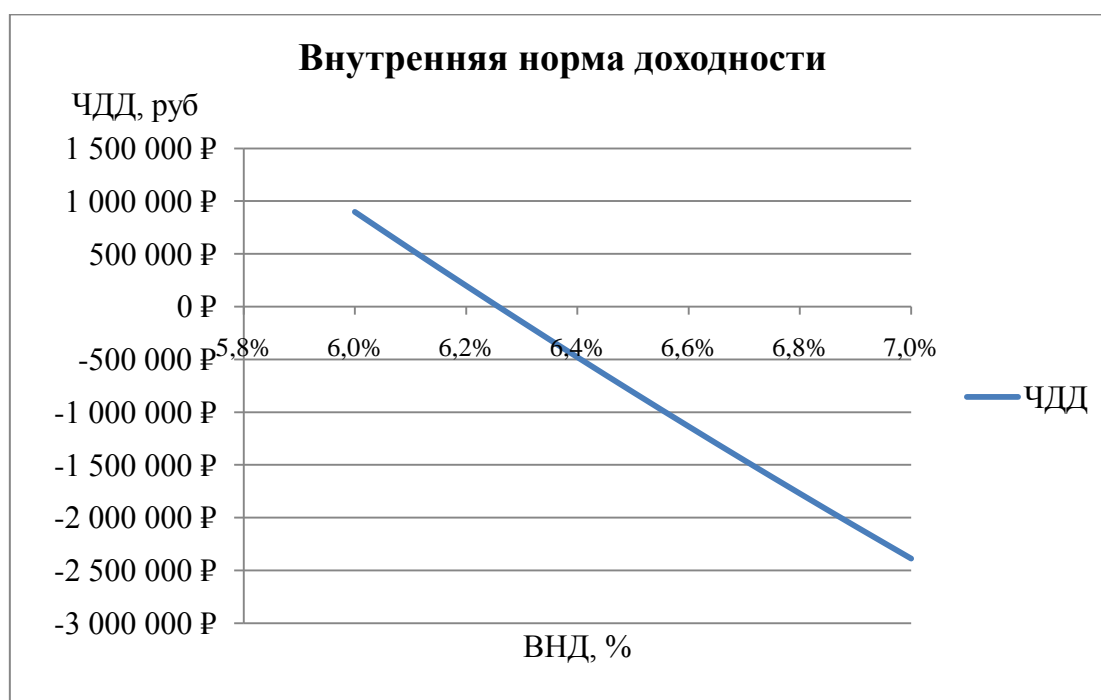


Рисунок 3.5.4.1 – График внутренней нормы доходности

По графику видно, что прямая пересекает ось ВНД в точке 6,2579%, при этом ЧДД равен 0.

3.5.5 Окупаемость проекта за счет чистой прибыли предприятия

При условии коммерческого применения срок окупаемости может быть сокращен до 7-8 лет. Стоимость электроэнергии на 2015 год в п. Лисица составляет 25,97 руб. [16] В главе 2.4.1.6, 2.4.2.6 и 2.4.4.2 были рассчитаны тарифы за 1кВт*ч.

При определении срока окупаемости и других показателей экономической эффективности рассмотрим сравнение капитальных затрат по полученному тарифу на электроэнергию с текущей величиной тарифа.

При этом норма дисконта остается такой же – 6%.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=i}^n \frac{(25,97 - 10,15) \cdot W_{\text{год}}}{(1 + 1,06)^t} - K_1 = 1923197,8 \text{ руб.} \quad (30)$$

$$\text{ЧДД} \geq 0$$

Окупаемость проекта за счет покрытия чистой прибыли предприятия.

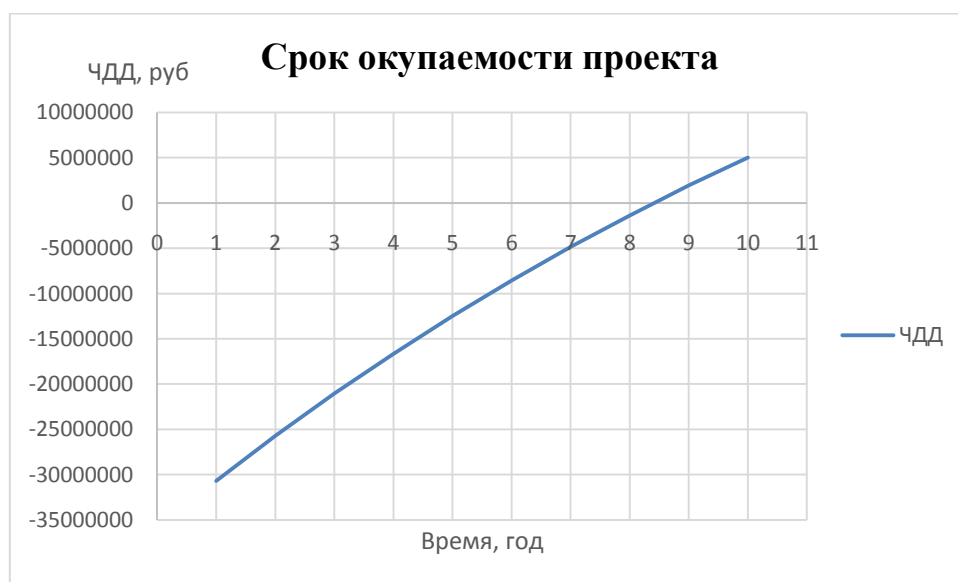


Рисунок 3.5.5.1 – График срока окупаемости проекта

На графике видно, что кривая ЧДД пересекает ось времени окупаемости в районе 8 лет. Это значит, что рассчитанная СДЭС окупится через 8 лет.

Индекс доходности (ИД)

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=i}^n \frac{(I_{3t} - I_{1t})}{(1+r)^t}}{K_1 - K_3} = 1,053 \quad (31)$$
$$\text{ИД} \geq 1$$

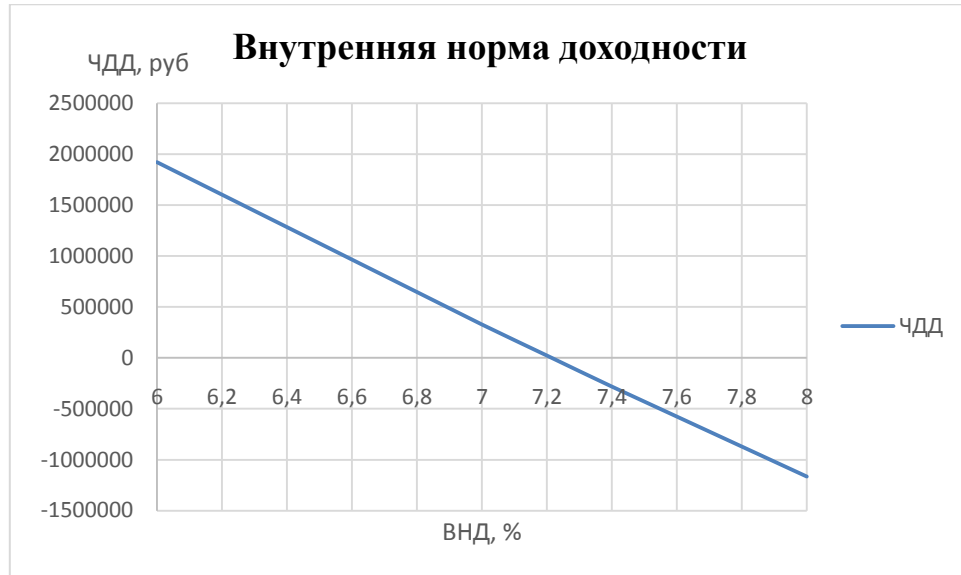


Рисунок 3.5.5.2 – График внутренней нормы доходности

По графику видно, что прямая пересекает ось ВНД в точке 7,2146 %, при этом ЧДД равен 0.

Вывод:

В ходе проведения анализа раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были проанализированы конкурентные технические решения, капитальные затраты, эксплуатационные издержки, а также проведена оценка социальной эффективности научного проекта и оценка экономической эффективности проектных решений.

Были рассмотрены два варианта срока окупаемости. Первый вариант сравнивал две проектируемые станции и отвечал на вопрос какому проекту быть. А второй вариант сравнивал вариант выбранной СДЭС с уже существующей ДЭС и отвечал на вопрос: реализовывать данный проект или нет.

В результате по первому варианту можно сказать, что дисконтированный срок окупаемости будет составлять 26 лет, а не дисконтированный - 13 лет. В свою очередь при ВНД равное 6,2579% ЧДД будет стремиться к нулю. Капитальные затраты для СДЭС составили 35932585 руб., для ДЭС - 2113000 руб. Эксплуатационные издержки СДЭС равны 2133039 руб., ДЭС – 4722733 руб.

По второму варианту делаем выводы, что проект есть смысл реализовывать. Т.к. индекс доходности больше нуля, срок окупаемости 8 лет.