

**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
Интеллектуальная СЭС с гибридной фото-дизельной электростанцией

УДК 621.31.031:621.311.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукутин Борис Владимирович	д.т.н., профессор		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова Светлана Николаевна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н., доцент		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>	<b>Сурков М.А.</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

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
5АМ5К	Авдонькин Николай Александрович

Тема работы:

Интеллектуальная СЭС с гибридной фото-дизельной электростанцией	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	13.02.2017 г. № 719/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b>                      (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.).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Наименование объекта исследования;</li> <li>- Удаленное село Каневка (Мурманская область)</li> </ul>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>                      (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).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка энергетических потребностей объекта электроснабжения;</li> <li>- оценка энергетического потенциала СЭС;</li> <li>- Повышение энергоэффективности гибридной фото-дизельной электростанции;</li> <li>- Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>- Социальная ответственность</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b>                      (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	

<i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Попова Светлана Николаевна
<b>Социальная ответственность</b>	Амелькович Юлия Александровна
<b>Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке</b>	Соколова Эльвира Яковлевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Introduction	
General information about the object of research	
Assessment of energy potential	
Conclusion	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Лукутин Борис Владимирович	д.т.н., профессор		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович

<b>Институт</b>	<b>Энергетический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): Расчет стоимостивариантов построения схемы электроснабжения поселка</i>	<i>Расчет стоимости вариантов построения схем электроснабжения села Каневка, согласно принятой методике</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления в внебюджетные фонды – 27,1% от фонда оплата труда.</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Оценка ресурсной и финансовый эффективности исследований.</i>
--	--

**Перечень графического материала:**

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Смета расходов для первого варианта построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>2. Смета расходов для второго варианта построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>3. Смета расходов для третьего варианта построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>4. Смета расходов для четвертого варианта построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>5. Диаграмма расходов построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>6. Интегральный финансовый показатель</li> <li>7. Сравнительная оценка характеристик вариантов построения схемы электроснабжения поселка</li> <li>8. Интегральный показатель ресурсоэффективности</li> <li>9. Сравнительная эффективность разработки</li> </ol>
---

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Попова С.Н.	Кандидат экономических наук		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович

<b>Институт</b>	<b>Энергетический</b>	<b>Кафедра</b>	<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Интеллектуальная СЭС с гибридной фото-дизельной электростанции
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Производственная безопасность</b></p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</li> <li>– действие фактора на организм человека;</li> <li>– приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</li> <li>– предлагаемые средства защиты;</li> <li>– (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).</li> </ul> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– механические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– термические опасности (источники, средства защиты);</li> <li>– электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);</li> <li>– пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- недостаточная освещенность рабочей зоны;</li> <li>- напряженность зрения;</li> <li>- шум и вибрации;</li> <li>- запыленность воздуха рабочей зоны;</li> <li>- отклонение параметров микроклимата от нормы.</li>   <li>- движущиеся механизмы, подвижные части производственного оборудования;</li> <li>- электрический ток.</li> </ul> <p>Разработка организационных и технических мер по нормализации уровней факторов и защите от их действия.</p>
<p><b>2. Экологическая безопасность:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– защита селитебной зоны</li> <li>– анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы);</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- влияние дизельного двигателя на окружающую среду;</li> <li>- разработка решений по обеспечению экологической безопасности.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы);</li> <li>– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы);</li> <li>– разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</li> </ul>	
<p><b>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</li> <li>– выбор наиболее типичной ЧС;</li> <li>– разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>– разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>	<p>Выбор и описание возможных ЧС; типичная ЧС – пожар.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</li> <li>- разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</li> </ul>
<p><b>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- специальные правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>- организационные мероприятия по улучшению условий труда.</li> </ul>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.03.17 г.
--	-------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н., доцент		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM5K	Авдонькин Николай Александрович		

**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)
...	...	...
...	...	...

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<b>Электроснабжение промышленных предприятий</b>	<b>Сурков М.А.</b>	<b>к.т.н., доцент</b>		

## РЕФЕРАТ

Дипломный проект 22 рис., 31 табл., 33 источников. СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ (СП), АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ (АБ), ДИЗЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ (ДЭС), ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ (ВИЭ), КОНТРОЛЛЕР ЗАРЯДА/РАЗРЯДА, СЭС.

Объектом разработки является интеллектуальная СЭС с гибридной фото-дизельной электростанцией

Цель работы – разработка автономного электроснабжения с помощью ВИЭ для децентрализованного потребителя села Каневка в Мурманской области.

В процессе работы производился расчет по среднему суточному потреблению электроэнергии. Определяли угла наклона солнечных модулей к земной поверхности, осуществлялся выбор оборудования фото-дизельной электростанции. Производился сравнительный анализ электроснабжения.

В результате проведенной работы принципиальная схема с выбранным конкретным оборудованием, которое удовлетворяет заданным параметрам электроснабжения.

Дипломная работа выполнена в текстовом редакторе MS Word 2010, с применением MS Excel, MS Visio 2010.



## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

СП - СОЛНЕЧНЫЕ ПАНЕЛИ;

АБ - АККУМУЛЯТОРНЫЕ БАТАРЕИ;

ДЭС - ДИЗЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ;

ВИЭ - ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ;

СЭС – СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ;

КОНТРОЛЛЕР ЗАРЯДА/РАЗРЯДА;

В работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерения. – М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

ГОСТ 12.1.012-90 «ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования»

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Стандартинформ, 2003. – 11 с.

ГОСТ 12.1.016-79 ССБТ. Воздух рабочей зоны. Требования к методикам измерения концентраций вредных веществ. – М.: Стандартинформ, 2010. – 12 с.

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Стандартинформ, 2005. – 49 с.

СНиП 2.04.05-86. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

ПУЭ п. 1.1.13. Классификация помещений по электробезопасности.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ОБЪЕКТА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ.....	13
1.1. Общие сведения об объекте исследования .....	14
1.2. Анализ существующих нормативов потребления электрической энергии для населения.....	15
1.3. Расчет графика нагрузки по месяцам .....	15
2.1. Оценка энергетического потенциала солнечной энергии .....	17
2.2. Выбор угла наклона солнечных модулей.....	18
2.3. Суточная инсоляция .....	20
3. ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ.....	24
3.1. Структурная схема гибридной электростанции .....	24
3.2. Расчет оптимального количества солнечных панелей .....	25
3.3. Выбор аккумуляторных батарей .....	31
3.4. Выбор контроллера.....	43
3.5. Выбор инвертора.....	46
5.4. Выбор ДЭС .....	51
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	58
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	92
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	93

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на территории Российской Федерации существует огромное количество районов, не имеющих доступа к централизованному электроснабжению. Это прежде всего северные территории Сибири и Дальнего Востока. Электроснабжение децентрализованных населенных пунктов, как правило, осуществляется с помощью дизельных электростанций (ДЭС). Для обеспечения постоянной и стабильной работы ДЭС необходимо обеспечение станции дизельным топливом (ДТ). Доставка топлива в удаленные районы со слабо развитой инфраструктурой ограничена сроками работы водных путей и зимних автодорог, что существенно отражается на стоимости топливных ресурсов, цена которых стабильно повышается.

Наиболее острыми проблемами электроснабжения удаленных населенных пунктов являются:

1. Высокая стоимость привозного дизельного топлива для ДЭС и, соответственно, производимой электроэнергии.
2. Технологическая изолированность и отсутствие связи с объединенной энергосистемой.
3. Эксплуатация оборудования в сложных природно-климатических условиях, что приводит к ускоренному износу электрических сетей и электрооборудования.
4. Отсутствие автоматизированных современных маневренных мощностей, способных обеспечить эффективное регулирование мощности в условиях высокой неравномерности суточного графика потребления электроэнергии.
5. Ограничения на присоединение новых потребителей.

Актуальным решением подобных проблем в регионах, обладающих достаточным потенциалом инсоляции, является построение солнечно-дизельных комплексов с использованием фотоэлектрических панелей (ФП), и современных автоматизированных дизельных электростанций. Построение подобных комплексов позволит решить ряд задач [1, 2]:

снижение зависимости энергоснабжения удаленных населенных пунктов от привозного дорогостоящего топлива;

- частичное замещение выбывающих/реконструируемых мощностей;
- в перспективе, снижение тарифа на электрическую энергию;
- снижение выбросов CO<sub>2</sub> и других вредных веществ.

Подобные системы становятся привлекательными ввиду того, что цена на ДТ неуклонно растет, в то время как цена на фотоэлектрические панели падает.

В работе проведен анализ вариантов построения солнечно-дизельного комплекса на примере с. Каневка, в Ловозерском районе Мурманской области.

## 1. ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТРЕБНОСТЕЙ ОБЪЕКТА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Объекты децентрализованного электроснабжения различаются большим разнообразием по установленной мощности, режимам энергопотребления, требованиям к качеству электроэнергии и т.п., в связи с чем, их достаточно сложно классифицировать. Наибольшее распространение децентрализованные системы электроснабжения получили для обеспечения электрической энергией следующих групп потребителей:

- индивидуальные потребители небольшой мощности от единиц до десятков кВт – коттеджи и загородные дома, метеостанции, вышки сотовой связи, полевые объекты и экспедиции, фермерские хозяйства, пограничные, радарные и навигационные посты и т. д.;
- групповые непромышленные потребители установленной мощностью от десятков до сотен кВт – отдельные крупные жилые здания и микрорайоны, различные объекты социальной сферы, торговые предприятия и учреждения здравоохранения, деревни, сёла, посёлки малоэтажной застройки и т. д.;
- промышленные предприятия с установленной мощностью от сотен до тысяч кВт – главным образом предприятия нефте/газо-добывающей отраслей.

Характерной чертой децентрализованного потребителя является резко переменный график электрической нагрузки в течение суток и года. Для надежного обеспечения потребителя электроэнергией в таких условиях необходим простой, надежный, экономичный, маневренный источник электропитания, который имеет возможность конструктивного исполнения на широкий диапазон установленных мощностей. [3]

Объектом исследования возьмем небольшое село в Заполярье.

## 1.1. Общие сведения об объекте исследования

Кáневка — село в Ловозерском районе Мурманской области, четвёртый по размеру населённый пункт района. Входит в сельское поселение Ловозеро. Население — 67 жителей (2010). Расстояние от районного центра 225 км. Сообщение с другими населёнными пунктами воздушным транспортом.

Расположено на двух берегах реки Югонька, при впадении её в Поной.

Климат переходный от субарктического морского к умеренно-холодному. Зима продолжительная с затяжными метелями и полярной ночью, лето короткое и холодное с туманами и дождями. Средние температуры января-февраля составляют  $-12$  градусов, июля  $+10+11$ . 27 января 1999 года зафиксирован абсолютный минимум температуры для Мурманской обл. — минус  $51,1^{\circ}\text{C}$ . Учитывая высокую влажность воздуха и сильные ветра, морозы переносятся очень тяжело.

Основное предприятие — сельскохозяйственный оленеводческий кооператив «Оленевод». Кооператив испытывает материальные и финансовые трудности в связи с удалённостью отделений кооператива, высокими транспортными затратами на перевозку продукции и других грузов. Большое значение для жителей села имеют рыболовство, охота, сбор грибов и ягод. Развивается экологический туризм. Большие участки рядом с селом выкуплены иностранцами под рыбную ловлю.

Численность населения, проживающего на территории населённого пункта, по данным Всероссийской переписи населения 2010 года составляет 67 человек, из них 39 мужчин (58,2 %) и 28 женщин (41,8 %). По оценке 2005 года в селе проживало 107 жителей.

Большинство населения – коми-ижемцы и саамы.[4]

## 1.2. Анализ существующих нормативов потребления электрической энергии для населения

Нормативы потребления электроэнергии при отсутствии приборов учета для населения Мурманской области утверждены Постановлением Министерства энергетики и жилищно-коммунального хозяйства Мурманской области №6 от 31.08.2012г. «Об утверждении нормативов потребления коммунальных услуг» (таблица 1).

Таблица 1 - Нормативы потребления электроэнергии населением и на общедомовые нужды (кВт.ч/чел. в месяц)

Кол-во чел.	Кол-во комнат							
	1		2		3		4 и более	
	Газ	Эл. плита	Газ	Эл. плита	Газ	Эл. плита	Газ	Эл. плита
1	92,0	142	118,7	167,6	134,3	183,2	145,4	194,5
2	57,0	88,0	73,5	103,9	83,2	113,6	90,1	120,6
3	44,2	68,2	57,0	80,4	64,5	87,9	69,8	93,4
4	35,9	55,4	46,3	65,3	52,4	71,5	56,7	75,9
5 и более	31,3	48,3	40,4	56,9	45,7	62,3	49,4	66,1

Нормативы потребления электроэнергии на общедомовые нужды

Категория	кВт * ч/м2 в месяц
1 Без лифтового оборудования	1,9
2 При наличии лифтового оборудования	3,29

Фактическое потребление электроэнергии в с. Каневка на 1 чел в месяц составляет 74,7 кВт ч, что не превышает установленных нормативов потребления для населения Мурманской области. [5]

## 1.3. Расчет графика нагрузки по месяцам

Для дальнейших расчётов, необходимо составить годовой график нагрузки по месяцам, Исходя из данных о численности и фактическом потреблении электроэнергии на одного человека. Для этого составим таблицу с использованием коэффициента сезонности. Потребление электрической энергии по месяцам приведено в таблице 2. График энергопотребления представлен на рисунке 1.

Таблица 2 - Потребление электрической энергии по месяцам

Месяц	Энергия потребляемая за год											
	Дек	Янв	Фев	Мар	Апр	Май	Июн	Июл	Авг	Сен	Окт	Ноя
Сезонный коэффициент	1	1	1	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,9	0,9
Энергия, кВт*ч	5004,9	5004,9	5004,9	4003,92	4003,92	4003,92	3503,43	3503,43	3503,43	4504,41	4504,41	4504,41

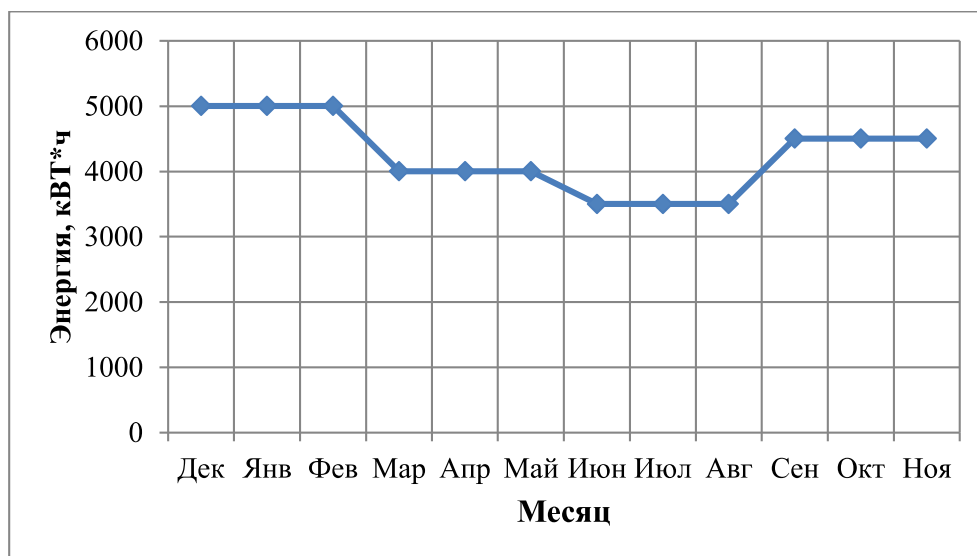


Рисунок 1 – Годовой график энергопотребления



#### 4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Цели и задачи ВИЭ: Развитие альтернативной, экологичной энергии и создания конкуренции энергоснабжения в обществе. Основной задачей является использование возобновляемых энергоресурсов, которое сохраняют экологичность, возобновимость ресурсов, в перспективе снижение стоимости относительно традиционных методов получения электроэнергии.

*Базовые критерии для поставленной задачи являются:*

- Ресурсная значимость (технический потенциал ВИЭ в регионе)
- Экономическая значимость (средняя цена производства электроэнергии)
- Социальная значимость (содействие развития местной промышленности)
- Экологическая значимость (снижение выбросов вредных веществ в атмосферу)
- Энергетическая значимость (снижение дефицита электроэнергии)

##### Ресурсная значимость.

При создании ВИЭ производится дополнительная электрическая энергия на основе использования энергии окружающих природных процессов. Поэтому необходимо учитывать значимость использования возобновляемого ресурса для региона. На основе анализа ресурсов в регионе можно сделать прогноз массовости использования альтернативных источников энергии в данном регионе.

##### Экономическая значимость.

Объекты ВИЭ могут иметь различные экономические характеристики, которые и будут определять значимость данной установки. Критерием экономической эффективности служит величина отношения суммарного дисконтированного дохода за расчетный период к суммарному дисконтированному расходу за тот же период времени. Если доходы за данный период будут превышать расходы, то объект возобновляемых источников энергетики будет считаться предпочтительным, чем альтернативный.

$$\bar{I}_t = I_t - I_{ам-t}$$

$I_t$  – текущие издержки в год;

$I_{ам-t}$  – текущие издержки без амортизации в год.

$$B_t = \frac{1}{(1+r)} \quad \text{– коэффициент разновременности затрат;}$$

$$r = \frac{n_r - b}{1+b} \quad \text{– норма дисконтирования;}$$

$n_r$  – годовая процентная ставка по депозитам;

$b$  – ставка дисконтирования.

Основные критерии экономической эффективности:

1. По затратам на создание ВИЭ и их функционирование – сумма полных затрат в оборудование ВИЭ (с учетом инфляции, дисконтирования). За расчетный период:

$$З = \sum_{t=1}^{T_c} (K_t + \bar{I}_t) \cdot B_t$$

$K_t$  – капитальные вложения за год.

2. По усредненным удельным полным дисконтированным затратам в развитие ВИЭ, которое обеспечит выдачу полезной энергии в течении расчетного периода (руб./кВт·ч):

$$з = \frac{З}{Э}$$

$Э$  – произведенная энергия за расчетный период.

3. По суммарному чистому дисконтированному доходу (ЧДД) от развития ресурса ВИЭ за расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T_c} (P_t - K_t - \bar{I}_t) \cdot B_t$$

$P_t$  – приток наличности

Если ЧДД > 0, то развитие ресурсов ВИЭ в данном объеме экономически целесообразно.

4. По индексу доходности (ИД):

$$ИД = \frac{ЧДД}{K_{\Sigma}}$$

$K_{\Sigma}$  – суммарные инвестиции в объект.

5. По сроку окупаемости  $T_o$ , определяемому с учетом дисконтирования из уравнения:

$$\sum_{t=1}^{T_o} (P_t - K_t - \bar{Y}_t) \cdot B_t = 0$$

6. По внутренней норме доходности (ВНД), определяемой из выражения:

$$\sum_{t=1}^{T_o} (P_t - K_t - \bar{Y}_t) \cdot \frac{1}{(1 + ВНД)^t} = 0$$

Данные шесть показателей могут дать полное представление о экономической значимости объектов ВИЭ. Определяющим критерием является стоимость 1кВт·ч производимой электроэнергии.

#### Социальная значимость

В возобновляемой энергетике, связаны разные социальные эффекты:

- Вовлечение трудовых ресурсов
- Надежность энергоснабжения потребителя
- Степень живучести потребителя

#### Экологическая значимость

Объекты возобновляемых энергетик оказывают разное воздействие на окружающую среду. Разная экологичность объекта определяется тем ущербом, который наносится созданием и эксплуатации объекта. Возможны 2 случая его учета.

- Экономическое определение самого ущерба и включение его в затраты, связанные с функционированием. Таким образом можно сопоставить объект и его влияние на окружающую среду.
- Определение затрат, которые требуются для поддержания окружающей среды в приемлемом состоянии (не превышая допустимых пределов вредности).

## Оценка экологического ущерба

Поскольку ВИЭ автономной системы нуждаются в использовании топливной технологии (диз. топливо) имеет место отрицательного экологического ущерба, обусловленным сжиганием топлива для производства дополнительно электроэнергии и дополнительно происходит выброс окиси серы азота и углекислого газа в атмосферу.

Расчет объемов выброса в атмосферу производится по удельным показателям выбросов:

$$Q_{ij} = q_{ij} \cdot W^j$$

$i$  – вид выбросов;

$j$  – вид топлива;

$W^j$  – объем сжигаемого топлива вида  $j$

Годовые издержки охраны окружающей среды можно высчитать по следующей формуле:

$$I_i^{\text{ЭК}} = P_i \cdot Q_i, \quad I^{\text{ЭК}} = \sum_{i=1}^3 I_i^{\text{ЭК}},$$

$P_i$  – плата за выбросы

### Энергетическая значимость

Существенным энергетическим эффектом является-снижение дефицита электроэнергии.

#### **4.1. 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 ...

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_j,$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таблица 21 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{K1}$	$B_{K2}$	$K_{\phi}$	$K_{K1}$	$K_{K2}$
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Повышение производительности труда пользователя	0,05	2	1	1	0,1	0,05	0,05
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	5	4	4	0,4	0,4	0,4
Надежность	0,1	3	3	3	0,2	0,15	0,15
Безопасность	0,1	4	2	2	0,4	0,2	0,2
Простота эксплуатации	0,05	5	1	1	0,1	0,1	0,1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	1	1	0,5	0,1	0,1
Уровень проникновения на рынок	0,2	5	2	2	1	0,4	0,4
Финансирование научной разработки	0,1	3	1	1	0,4	0,1	0,1
Наличие сертификации разработки	0,2	5	1	1	1	0,2	0,2
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>37</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>4,1</b>	<b>1,7</b>	<b>1,7</b>

Итог данного анализа:

Уязвимость позиции конкурентов обусловлена тем, что ВИЭ не везде востребованы, т.к. не везде они целесообразны в использовании.

Конкурентное преимущество разработки обусловлено тем, что разработка является ресурсозобновляемой и никак не влияет на окружающую среду. На данный момент происходит совершенствование этой разработки, а именно повышение КПД.

Исходя из сказанного выше данная разработка, действительно, способна заинтересовать партнеров и инвесторов. Данная разработка является высоко конкурентной.

#### *Определение трудоемкости выполнения работ*

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

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

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

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

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

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

## 4.2. Расчет материальных затрат

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

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

- покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

- покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

- сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$З_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m Ц_i \cdot N_{расчi} ,$$

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

$N_{расхи}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$Ц_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

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

Таблица 22 – Приведенные суммарные затраты на проект

Наименование	Количество, шт	Цена за шт., руб.	Общая стоимость, руб.
Солнечная панель ExmorK ФСМ-300М	114	16202	1847028
Контроллер заряда ECO Энергия MPPT Pro 200/100	1	40 900,00	40900
Инвертор MAP DOMINATOR 48В	1	122 000,00	122000
Аккумулятор LT-LFP 300P	15	27 000,00	405000
Дизельный генератор АД-10С-230-1РМ13	1	265 535,00	265535
Покупка и монтаж кабеля			10 000,00
Затраты на геологические работы			90000
Затраты на подготовку площадок для ФДУ			100000

Наименование	Общая стоимость, руб.
--------------	-----------------------



Расходы на доставку	200 000,00
Непредвиденные расходы (10% от всего)	268 046,30
Проектные работы	714 050,00
Строительные работы	107 218,52
Затраты на обслуживание	514 116,00
Ремонтные расходы	23 901,45
Затраты на покупку и транспортировку топлива	272250,7
<b>Итого</b>	<b>4 980 045,27</b>

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

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

*Интегральный показатель финансовой эффективности* научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

*Интегральный финансовый показатель* разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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

$\Phi_{ri}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

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

Расчёт интегрального финансового показателя приведен в таблице ....

Таблица 23 - Интегральный финансовый показатель

	$I_{финр}^{исп.i}$
Исполнение 1	0,5
Исполнение 2	1
Исполнение 3	0,3

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$n$  – число параметров сравнения.

Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта приведена в таблице

Таблица 24 -Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Повышение производительности труда пользователя	0,05	3	3	5
Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	5
Надежность	0,05	4	5	5
Безопасность	0,1	3	3	5
Простота эксплуатации	0,1	5	3	5
Конкурентоспособность продукта	0,1	5	5	5
Уровень проникновения на рынок	0,2	5	3	4
Финансирование научной разработки	0,1	5	4	3
Наличие сертификации разработки	0,2	5	3	5
ИТОГО	1			

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 25.

Таблица 25- Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности

	$I_{pi}$
Исполнение 1	4,6
Исполнение 2	3,5
Исполнение 3	4,6

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

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}, \quad I_{исп.3} = \frac{I_{p-исп3}}{I_{финр.3}}$$

(7.3)

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.(2,3)}}; \mathcal{E}_{cp2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.(1,3)}}; \mathcal{E}_{cp3} = \frac{I_{исп.3}}{I_{исп.(1,2)}}$$

В таблице приведена сравнительная эффективность разработки

Таблица 26 - Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1		Исп.2		Исп.3	
		По отношению к исп.2	По отношению к исп.3	По отношению к исп.1	По отношению к исп.3	По отношению к исп.1	По отношению к исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,5		1		0,3	
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,6		3,5		4,6	
3	Интегральный показатель эффективности	9,3		3,5		17,7	
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,65	0,52	0,37	0,19	1,95	5,05

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

### Технико-экономическое обоснование целесообразности построения солнцедизельной электростанции

Абсолютный расход топлива за год такой системы составляет 6482,16 л. Стоимость ДТ в Мурманской области с доставкой в районы в среднем составляет Ц=42 тыс. руб. /т

- Затраты на топливо и его доставку:

$$\Xi = L * Ц = 6482,16 \cdot 42 \approx 272250,7 \text{ руб.}$$

Нужно учесть, помимо известных цен на оборудование, стоимость проектных работ, строительных работ, эксплуатационные расходы, ремонтные расходы.

- Проектные работы:

$$K_{np} = 2 \cdot \text{МРОТ} = 2 \cdot 14281 = 28\,562 \text{ руб.},$$

где МРОТ – это минимальный размер оплаты труда, в Мурманской области с 01.10.2016 г.

МРОТ= 14 281руб.

- Строительные работы:

$$K_{стр} = k_p \cdot K_{уст} = 0,04 \cdot 2\,680\,463 = 107\,218,5 \text{ руб.},$$

где  $k_p$  – коэффициент затрат на установку станции, принимают равным 0,04;

$K_{уст}$  – стоимость всего оборудования станции;

- Эксплуатационные расходы (затраты на обслуживание):

$$C_{экс} = 36 \cdot \text{МРОТ} = 36 \cdot 14\,281 = 514\,116 \text{ руб.}$$

- Ремонтные расходы:

$$C_{рем} = k_{рем} \cdot p_n (K_{уст} + K_{стр}) = 0,2 \cdot 1/25 \cdot (2\,680\,463 + 107\,218,5) = 23\,901 \text{ руб.}$$

где  $k_{рем}$  – это коэффициент затрат на ремонт, принимают равным 0,2;

$p_n$  – это нормативный коэффициент рентабельности,  $p_n = 1/T$ , где  $T$  – это экономический срок службы оборудования, который равен 25 лет.

Себестоимость 1 кВт·ч электроэнергии:

$$C_{эл} = \frac{P_H \cdot K + C}{W} = \frac{\frac{1}{25} \cdot 4980045,97 + 514116}{51049,98} = 13,97 \text{ руб/кВт*ч}$$

Где  $K$  – полные капвложения, тыс. руб.;

$p_n$  – нормативный коэффициент рентабельности, который равен 1/25;

$C$  – общие годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб.;

$W$  – общее количество электроэнергии, вырабатываемое электростанцией (ВДЭС), кВт·ч.