

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Повышение эффективности использования дизель-генераторных установок в автономных системах электроснабжения

УДК 621.311.23(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4К	Темирбеков Доолот Мелисбекович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Плотников И.А	К.Т.Н		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Грахова Е.А.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бородин Ю.В.	К.Т.Н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

Томск – 2016 г.

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ЭПП

_____ **Завьялов В.М.**

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4K	Темирбеков Доолот Мелибекович

Тема работы:

Микро гидроэлектростанция автономного электроснабжения	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	04.02.2016 г. № 764/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Наименование объекта исследования;</i> - <i>Удаленный поселок Потапово (Красноярский край)</i>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Автономные системы электроснабжения удаленных объектов. Аналитический обзор;</i> - <i>Разработка системы электроснабжения удаленного населенного пункта на базе дизельной электростанции;</i> - <i>Повышение эффективности использования дизель-генераторных установок;</i> - <i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</i> - <i>Социальная ответственность</i>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Презентация в формате PDF</i>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Бородин Юрий Викторович
Раздел магистерской диссертации, выполненный на иностранном языке	Матухин Дмитрий Леонидович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Introduction	
Autonomous power supply systems of remote facilities. Analytical review	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Плотников И. А.	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5AM4K	Темирбеков Доолот Мелисбекович		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ
И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5AM4K	Темирбеков Доолот Мелисбекович

Институт	ЭНИН	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	«Элетроэнергетика и электротехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- Инициатор исследования ОАО «Красноярскэнерго». - В исследовании задействовано 2 человека: Руководитель исследования, магистрант. - Исследования выполняется на базе ТПУ - Стоимость материально-технических ресурсов определяется в соответствии с информацией, представленной в научных публикациях.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	В соответствии с ГОСТ 14.322-83 «Нормирование расхода материалов» и ГОСТ Р 51541-99 «Энергосбережение. Энергетическая эффективность»
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления в внебюджетные фонды – 27,1% от фонда оплата труда.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения проектной работы с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы, потенциальные потребители результатов исследования. - Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Разработка календарного, формирование сметы расходов на проектирование
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Оценка ресурсной и финансовый эффективности исследований.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. График Ганта 2. Бюджет проекта	
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
5AM4K	Темирбеков Д.М.		

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

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования магистр

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

Период выполнения осенний 2014/2015/, весенний семестр 2015/2016 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)
20.09.2015-10.11.2015	<i>Автономные системы электроснабжения удаленных объектов. Аналитический обзор</i>	...
20.11.2015-20.01.2016	<i>Разработка системы электроснабжения удаленного населенного пункта на базе дизельной электростанции</i>	...
03.02.2016-10.05.2016	<i>Повышение эффективности использования дизель-генераторных установок</i>	

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Плотников Игорь Александрович	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Завьялов В.М.	д.т.н., доцент		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 134с., рис.51, табл.48,45
источников

Ключевые слова: Автономное электроснабжение, расход топлива, повышение эффективности, дизель-генераторная установка.

Цель работы является повышение эффективности использования дизель-генераторных установок в автономных системах электроснабжения.

В процессе исследования выполнены следующие задачи:

- Провести анализ к автономным системам электроснабжения.
- Оценить рынок ДГУ и ДЭС.
- Разработать систему электроснабжения удаленного населенного пункта на базе дизельной электростанции.
- Рассмотреть пути повышения эффективности дизельной электростанции (использование ИБП, инверторных ДЭС и ВИЭ).

В ходе исследования анализированы различные пути повышения топливной эффективности дизельной электростанции. Рассчитаны расход топлива при замене дизель-генераторной установки на меньшей мощности типа АД500D. А так же рассчитаны расход топлива при использовании ИБП и инверторных ДЭС.

Все поставленные задачи согласно заданию ВКР выполнены в полном объеме.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

В данной работе применены следующие сокращения:

ДЭС – дизельная электростанция;

ДГУ – дизель-генераторная установка;

ВИЭ – возобновляемые источники энергии;

АБ – аккумуляторная батарея;

ИБП – источники бесперебойного питания;

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 12.1.003–83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.1.005–88 (с изм. №1 от 2000 г.). ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01. 01.89).

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

ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности. "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности"

ПУЭ 85. Правила устройства электроустановок. Издание 6 01.01.1985

Р2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

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

СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

СНиП 11-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР	
1.1 Автономные системы электроснабжения.....	9
1.2 Требования, предъявляемые к автономным системам электроснабжения.....	9
1.3 Дизель-генераторные установки, дизель-генераторные станции и их использование для электроснабжения автономных потребителей.....	10
1.4 Пути повышения топливной эффективности и надежности систем электроснабжения автономных потребителей.....	22
1.5 Цель и задачи выпускной квалификационной работы.....	25
2 РАЗРАБОТКА СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННОГО НАСЕЛЕННОГО ПУНКТА НА БАЗЕ ДИЗЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	
2.1 Выбор объекта электроснабжения и его описание.....	26
2.2 Расчет электрических нагрузок объекта электроснабжения.....	28
2.3 Расчет параметров системы электроснабжения и выбор оборудования.....	42
2.4 Разработка вариантов схем построения автономной системы электроснабжения поселка на базе дизель-генераторных установок.....	49
2.5 Расход топлива дизель-генераторных установок.....	52
3 ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЗЕЛЬ- ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК	
3.1 Использование источников бесперебойного питания (ИБП).....	59
3.2 Использование инверторных дизель-генераторных установок	68
3.3 Использование возобновляемых источников энергии.....	77
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	
4.1 Техничко-экономическое обоснование научно-исследовательской работы..	84
4.2 Планирование комплекса работ НИР.....	86
4.3 Бюджет научно-исследовательской работы.....	91

4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой, эффективности исследования.....	96
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ		
5.1	Анализ опасных и вредных факторов.....	104
5.2	Производственная санитария.....	104
5.3	Расчет искусственного освещения.....	107
5.4	Техника безопасности дежурного персонала.....	111
5.5	Пожарная безопасность.....	113
5.6	Охрана окружающей среды.....	114
5.7	Защита в чрезвычайных ситуациях.....	115
	Заключение.....	116
	Список используемых источников.....	118
	Приложение А.....	123

ВВЕДЕНИЕ

Россия – это крупнейшая страна в мире по площади зон децентрализованного электроснабжения. Около 70% территории России не подключено к центральным электрическим сетям. Основная причина – это малонаселенность и болотистая местность. В децентрализованных территориях проживает примерно от 10 до 20 млн. человек. Большая часть таких территорий расположена в районах с суровыми климатическими условиями: Сибирь, Дальний Восток и Крайний Север. Качественное и надежное энергообеспечение этих районов является одной из главных задач государства. Электроснабжения потребителей децентрализованных зон осуществляется с помощью малой энергетики. Под малой энергетикой подразумеваются микроэлектростанции, миниэлектростанции и малые электростанции. Основное количество малой энергетики в России составляют дизельные электростанции, их примерное количество 47 тыс., а установленная мощность достигает 15 млн.кВт.

Дизельные электростанции обладают высокой надежностью, большим моторесурсом и долговечностью. Однако, топливо, необходимое для работы дизельной электростанции, завозится из удаленных центров водным и автомобильным транспортом, а иногда даже вертолетом, что делает его доставку более дорогостоящим. Кроме этого, доставка топлива зависит от погоды и от времени года, поэтому доставка не всегда возможна.

Стратегической задачей является повышение энергетической эффективности ДЭС, без успешного решения которой невозможно социально-экономическое развитие многих регионов РФ.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения энергетической эффективности ДЭС является использование ВИЭ, ИБП (источников бесперебойного питания) и инверторных ДЭС [1].

1 АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

1.1 Автономные системы электроснабжения

В децентрализованных территориях России объекты электроснабжения различаются режимом электропотребления, разнообразием уставленной мощности и требования к качеству электроэнергии, поэтому их сложно классифицировать.

Наибольшее распространение получили следующие типы автономных объектов:

-Индивидуальные потребители небольшой мощности от единиц до десятков кВт. Это в основном загородные дома, фермерские хозяйства, метеостанции, коттеджи.

-Групповые непромышленные потребители суда, в которые входят микрорайоны, торговые предприятия, учреждения здравоохранения, деревни, жилые здания, села, поселки и различные объекты социальной сферы. Их установленная мощность составляет от десятков до сотен кВт.

-Промышленные потребители с установленной мощностью от сотен до тысяч кВт, это в основном предприятия нефте-газодобывающих отраслей.

В автономных системах электроснабжения нагрузка электропотребления резко переменная, как в течение суток, так и по сезонам года. Для надежного электроснабжения потребителей в таких условиях нужен простой, экономичный, надежный, маневренный источник энергопитания, который может работать на широкий диапазон установленных мощностей. Диапазон мощностей от 1 до 3000 кВт [2].

1.2 Требования, предъявляемые к автономным системам электроснабжения

К автономным системам электроснабжения предъявляются следующие основные требования:

- безопасность;
- экологичность;
- параметры вырабатываемой электроэнергии по качеству должны отвечать требованиям ГОСТ 13109-97;
- обеспечение требуемого уровня надежности электроснабжения потребителей;

Кроме основных требований есть и специфические требования к автономным системам электроснабжения:

- обладать технико-экономическими характеристиками, соизмеримыми с установками традиционной энергетики;
- соответствовать полной автоматизации технологического процесса производства электроэнергии;

1.3 Дизель-генераторные установки, дизель-генераторные станции и их использование для электроснабжения автономных потребителей

Основной частью малой энергетики России составляют дизельные электростанции, которые отвечают требованиям, предъявляемым к системам автономного электроснабжения потребителей. Дизельные электростанции имеют ряд преимуществ перед другими типами источников энергии:

- высокий КПД;
- быстрота пуска и высокая маневренность;
- возможность длительной работы без технического обслуживания и полная автоматизация технологических процессов;
- компактность, простота в управлении и техническом обслуживании., что позволяет обходиться минимальным количеством обслуживающего персонала;
- малая потребность в строительных объемах, быстрый монтаж оборудования и строительства зданий;

Все эти достоинства дизельной электростанции делают его главным источником энергии в автономных системах электроснабжения на сегодняшний день. Дизельная электростанция состоит из двух основных узлов - двигателя и электрического генератора. Помимо этих основных узлов в ДГУ входят:

- Охлаждающие системы дизеля, а именно насосы, трубопроводы, баки;
- Система подачи топлива: баки топливные, насосы и трубопроводы;
- Система смазки: баки масляные, радиаторы, маслопроводы, насосы;
- Система запуска ДГУ: стартер электрический, аккумулятор, компрессор воздушный, трубопроводы, клапаны пусковые;
- щиты управления;
- распределительные щиты;

На рисунке 1 показана схема дизель-генераторной установки.

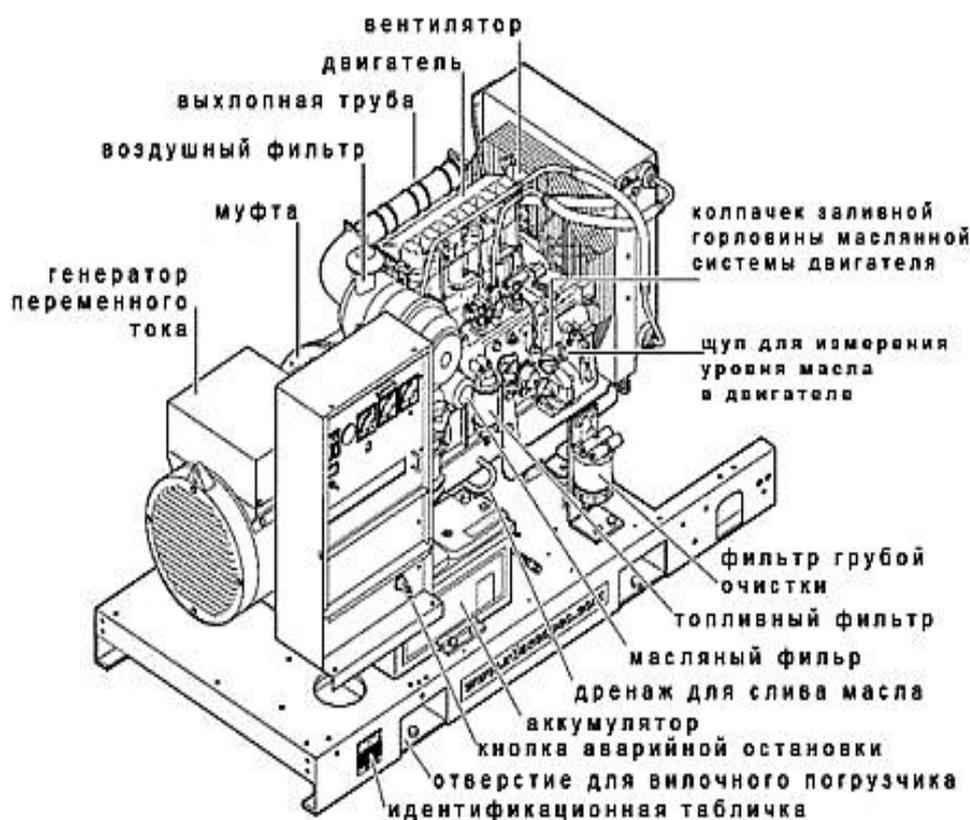


Рисунок 1- Схема дизель-генераторной установки

Основной принцип работы дизель-генераторных установок можно описать в нескольких пунктах:

- В результате возгорания сжатого дизтоплива образуется энергия расширения газов. В процессе переработки этой энергии с помощью кривошипно-шатунного механизма, появляется механическая энергия вращения коленчатого вала;

- Начинает двигаться ротор генератора. При вращении ротора возбуждается электромагнитное поле, в результате чего создается электродвижущая сила (сокращенно - ЭДС);

- ЭДС создает исходящее напряжение. Это напряжение, стабилизируемое с помощью устройства управления, подается к потребителю.

Под параллельной работой ДГУ понимается выработка электроэнергии двумя или более ДГУ на общую нагрузку. Для параллельной работы ДГУ требуется равенства частоты, напряжения, порядок чередований фаз и угол фазового сдвига на каждом генераторе.

Параллельная работа ДГУ имеет ряд преимуществ:

- оптимизация коэффициента нагрузки каждого агрегата и как следствие повышение топливной экономичности;

- повышение ресурса мощности, свыше единичной мощности одного агрегата;

- повышение надежности всей ДГУ за счет применения однотипных дизель-генераторов;

- оптимизация циклов сброса-наброса нагрузки на каждый ДГУ, путем применения предварительно заданных законов приема и снятия нагрузки;

- коммутационные аппараты срабатывают при малых значениях тока, повышается ресурс коммутационной аппаратуры [3];

Для ДГУ существует четыре степени автоматизации и в зависимости от условий эксплуатации применяют одну из четырех степени автоматизации.

Первая степень автоматизации ДГУ оснащена устройствами аварийно-предупредительной сигнализации и защиты. ДГУ автоматизирован таким

образом, что требует постоянного присутствия обслуживающего персонала. Он будет осуществлять запуск агрегата, уход за ним, управление вспомогательными механизмами. ДГУ оборудуется небольшим количеством приборов, которые контролируют основные рабочие параметры. Когда достигаются недопустимые значения, то подаются сигналы и ДГУ останавливается с помощью защитного устройства.

Вторая степень автоматизации включает в себя широкое использование автоматического и дистанционного управления. Устройства автоматизации должны обеспечивать:

- дистанционный или автоматический запуск ДГУ и остановку;
- дистанционный или автоматический ввод в синхронизм;
- регулирование системы охлаждения, температуры воды и смазки дизеля;
- Защита ДГУ при аварийных ситуациях;

При такой автоматизации сохраняется необходимость присутствия рабочего персонала. Они должны следить за уровнем расхода топливных и масляных баков, а также их пополнением.

Третья степень автоматизации рассчитана на работу ДГУ без обслуживающего персонала. ДГУ включаются в работу по определенной программе. Программа будет работать в течение заданного времени без наблюдения и обслуживания. Все операции обслуживания пуска и ввода под нагрузку автоматизированы. ДГУ, работающие с такой степенью автоматизации, должны представлять собой хорошо отработанные и надежные агрегаты.

Четвертая степень автоматизации дополнительно к третьей степени должна выполняться следующие операции:

- Централизованный автоматический контроль над состоянием ДГУ в целом и отдельных частей;
- Централизованное управление с помощью управляющих машин [4];

В настоящее время мировой рынок ДГУ и ДЭС с каждым годом демонстрирует рост объема продаж. Производителей ДГУ и ДЭС очень много, но среди них наиболее продаваемыми, известными и проверенными производителями ДГУ и ДЭС являются Франция, Великобритания, Германия, США, Италия и Китай.

Компания FG Wilson (Великобритания) – одно из крупнейших производителей дизель – генераторов, которые славятся своей надежностью. Компания имеет 45–летний опыт в области изготовления ДГУ и ДЭС. FG Wilson помимо завода в Великобритании имеет еще филиалы в Бразилии, Китае, Индии, США. Ежегодно Компания FG Wilson изготавливает свыше 80 000 дизельных и газовых генераторных установок[5].

Компания CATERPILLAR (США) – сегодня является одним из признанных лидеров в области производства ДГУ и ДЭС. CATERPILLAR выпускает качественные и надежные ДГУ и ДЭС, диапазон мощностей которых от 14 до 3000 кВА [6].

Китайская компания KIPOR производит ДГУ и ДЭС по лицензии Концерна Honda Motor Co. KIPOR – это элитный промышленный производитель ДГУ и ДЭС в Китае. У компании KIPOR в России есть подразделение, которое осуществляет сервисное обслуживание и производит подготовку и тестирование поставляемой техники. KIPOR подставляет свою продукцию более чем в 150 стран мира. Диапазон мощностей от 12 до 1100 кВА [7].

Концерн Metallwarenfabrik GmbH (Германия), производит и поставляет ДГУ и ДЭС более чем в 40 стран мира. В России концерн работает с 1997 года. ДГУ с торговыми марками Geko и Eisemann, изготовленные в концерне Metallwarenfabrik GmbH, благодаря своей экономичности, надежности и долговечности пользуются спросом во многих странах мира. Диапазон мощностей ДГУ от 20 до 500 кВА [8].

Компания SDMO Industries (Франция) была основана в 1969 году. В настоящее время она стала одной из крупнейших компаний по производству

ДГУ и ДЭС. Компания имеет широкий ассортимент ДГУ различной мощности. Компания на территории России уже более 10 лет. Диапазон мощностей от 9 до 1250 кВА [9].

Итальянская компания Genmas основанная в 1983 году, выпускает широкий спектр ДЭС и ДГУ с хорошим качеством и надежностью. В настоящее время ДГУ Genmas имеют десятки моделей бытового и промышленного назначения с диапазоном мощностей от 14 до 1100кВА [10].

Российский рынок дизель – генераторных установок – это достаточно насыщенный и высококонкурентный рынок.

В России есть более 20 производителей дизель – генераторов. Количество изготовленной продукции с каждым годом растет, но, к сожалению, импорт дизель – генераторных установок на территории России растет с каждым годом, что снижает долю на рынке отечественных производителей.

Рассмотрим некоторых ведущих производителей ДГУ и ДЭС отечественного производства.

«Группа Компаний ТТС» существует на Российском рынке уже более 20 лет. В 2003 году компания начала собственное производство ДГУ и ДЭС различной модификации. Объем производимой продукции составляет более 3000 единиц, а диапазон мощностей от 14 до 2500кВА [11].

Российская компания AllGen является одним из немногих российских производителей ДГУ и ДЭС под брендом АД. В основе любой модели электростанции АД лежит многолетняя история работы производителя на российском рынке, а также практический опыт эксплуатации и обслуживания систем энергоснабжения, в применении именно к отечественным условиям. Это позволило спроектировать и создать дизельные генераторы, максимально адаптированные к работе в самых сложных условиях, при больших перепадах температур и на российских горюче-смазочных материалах. Электростанции АД обладают высокой ремонтпригодностью, длительным моторесурсом и отличаются простотой управления и экономным потреблением топлива, а также

полностью соответствуют российским ГОСТам, что делает их сегодня одним из наиболее актуальных предположений на рынке страны. Диапазон мощностей от 14 до 1031кВА [12].

Российское ООО «Компания Дизель» основано в 2007 году. За короткое время компания выпустила около 10 000 ДГУ высокого качества и надежности. ООО «Компания Дизель» работает с проверенными поставщиками запчастей для ДГУ и ДЭС. Компания имеет собственное исследовательское подразделение, которое позволяет подобрать генератор для каждого заказчика, оптимальный для конкретного применения. Диапазон мощностей от 14 до 1375 кВА [13].

Компания «Президент-Нева», является научно–производственным предприятием с 18-летней историей. Компания выпускает ДГУ под торговой маркой «Президент–Нева». «Президент-Нева» комплектуются дизельными двигателями российских моторных заводов, а также двигателями зарубежных фирм. Генераторы, которыми оснащаются электростанции, также могут быть российского и зарубежного производства. Диапазон мощностей дизельных электростанций, продаваемых под торговой маркой «Президент-Нева» - от 5 до 315 кВА. [15].

На рисунке 2 представлен внешний вид ДЭС «Президент-Нева».



Рисунок 2 – Дизельные электростанции «Президент-Нева»

Российская компания «КАМА–Энергетика» выпускает дизельные электростанции серии КАМА-КАМАЗ, которые построены на базе промышленных двигателей КАМАЗ 60-250 кВт. Эта линейка моторов была разработана специально для привода генераторов с номиналом 1500 об/мин. Технология производства и система внутрикорпоративных коммуникаций позволяют гибко подходить к изменению конструкции на основании требований заказчика. По желанию клиента все ДГУ могут укомплектовываться различным дополнительным оборудованием: погодозащитный капот, шумоизоляционный кожух, а также контейнер, степень утепления которого варьируется в зависимости от температурных условий (УХЛ, ХЛ) в районах предполагаемой эксплуатации. [14]. На рисунке представлен внешний вид ДЭС КАМА-КАМАЗ.



Рисунок 3 – КАМА-КАМАЗ

Группы компаний «Азимут» – российский производитель дизель – генераторных установок. Дизельные генераторы «Азимут» производятся на базе двигателей компании BEARFORD (Великобритания), Cummins (США), Perkins (Великобритания) и дизельный двигатель AZIMUT. Их отличают неприхотливость, компактность, мощность, экономичность, надежность, низкая стоимость и простота обслуживания. На рисунке 4 представлен внешний вид ДЭС «Азимут» [16].



Рисунок 4– Дизельные электростанции «Азимут» с двигателем BEARFORD.

Рейтинг производителей промышленных дизельных электростанций

Представленная здесь таблица основных производителей ДГУ и ДЭС уже является упорядоченным суммарным рейтингом. При этом для быстрого получения подробной информации, помимо общего рейтинга брендов, отдельно выделено пять основных и наиболее важных для каждого нашего заказчика характеристик:

– «Качество сборки». Данный показатель является совокупной характеристикой, построенной с учетом качества используемых комплектующих, основных узлов и агрегатов, количества гарантийных обращений владельцев ДГУ, суммарного КПД двигателя, показателя потребления топлива и ряда других факторов.

– «Цена/качество». Это соотношение определяет относительную усреднённую стоимость выработки 1 кВт электроэнергии по отношению к рейтингу качества продукции.

– «Сервис и гарантия». Данный показатель определяет доступность и быстроту обращения за сервисным и техническим обслуживанием и основан на учете количества сервисных центров, доступности запасных частей и расходных материалов, качества и скорости реагирования на заявку о поломке

или проведения техобслуживания, стоимости эксплуатационного сопровождения работы ДГУ и др.

– «Ассортимент». Определяет охват производителем максимально возможного количества сфер данной ниши (класса, типа и назначения ДГУ).

– «Популярность». Характеризует относительную оценку количества запросов в нашу компанию о покупке оборудования конкретного производителя. В таблице 1 представлены основные производители ДГУ и ДЭС, упорядоченные суммарным рейтингом[17].

Таблица 1. – Основные производители ДГУ и ДЭС

Место	Логотип	Производитель	Страна	Качество сборки	Цена / качество	Сервис и гарантия	Ассортимент	Популярность	Общий рейтинг
1		<u>Airman</u>	 Япония	5	3.54	5	3.2	5	4.24
2		<u>SDMO</u>	 Франция	5	3.76	5	4.6	3.2	4.19
3		<u>Genmac</u>	 Италия	5	4.7	5	5	2.4	4.18
4		<u>Wilson</u>	 Великобритания	5	4.72	5	4.5	2.7	4.15
5		<u>Cummins</u>	 США	5	3.76	5	3.3	3.7	4.07
6		<u>EPS System</u>	 Польша	4.8	4.78	4.5	4.4	2.4	4.06
7		<u>Caterpillar</u>	 США	5	3.4	5	3.3	4	4.02
8		<u>JCB</u>	 Великобритания	4.8	3.84	4.5	3.2	3	3.85
9		<u>Denyo</u>	 Япония	5	3.4	5	3.5	2.9	3.81
10		<u>Elcos</u>	 Италия	4.2	3.92	4.5	4.4	2.5	3.77
11		<u>Pramac</u>	 Италия	4.2	3.9	4.5	4.4	2.5	3.77

Продолжение таблицы 1

12		Atlas Copco	 Швеция	4.8	3.4	4.5	3.2	3.2	3.71
13		Geko	 Германия	5	3.82	5	3.4	2	3.7
14		Energo	 Франция	4.2	3.86	4.5	4.3	2.3	3.67
15		Gesan	 Испания	4.2	3.7	4.5	4.3	2.5	3.66
16		Yanmar	 Япония	4.8	3.6	4.5	3.4	2.5	3.61
17		TOYO	 Япония	4.8	3.5	4.5	3.5	2.4	3.58
18		CTM	 Италия	3.8	3.92	3.5	4.3	2.4	3.57
19		Broadcrown	 Великобритания	4	3.78	4	4.3	2.3	3.57
20		AKSA	 Турция	3.4	4.06	4	3.9	3	3.55
21		Himoinsa	 Испания	3.8	3.78	3.5	4.3	2.4	3.52
22		Mitsubishi	 Япония	4.4	3.6	3.5	3	2.4	3.44
23		Green Power	 Италия	3.8	3.7	3.5	4.1	2.4	3.43
24		Kubota	 Япония	4.2	3.58	3	3.4	2.5	3.39
25		Nippon Sharyo	 Япония	4.2	3.5	3	3.2	2.4	3.3
26		Inmesol	 Испания	3.8	3.84	3.5	3.2	2.5	3.29
27		Grupel	 Португалия	3.4	3.76	2.5	4.1	2.3	3.28
28		FPT	 Италия	4	3.86	4	2.5	2.6	3.22
29		Onis Visa	 Италия	3.2	3.82	3.5	3.4	2.4	3.14
30		CTG	 Китай	3.4	4	4	2.6	2.5	3.09

Продолжение таблицы 1

31		<u>Hobberg</u>	 Италия	2.6	3.98	2	3.9	2.4	3.02
32		<u>Teksan</u>	 Турция	2.6	4.02	3.5	3.4	2.5	3.01
33		<u>VMtec</u>	 Германия	2.8	3.86	2.5	3.2	2.3	2.99
34		<u>АД</u>	 Россия	2.6	5	3.5	2.7	2.5	2.97
35		<u>Benza</u>	 Испания	2.6	3.92	2	3.3	2.4	2.93
36		<u>Fogo</u>	 Польша	2.6	3.9	2	3.2	2.5	2.91
37		<u>WFM</u>	 Италия	2.6	3.9	2	3.8	2.3	2.9
38		<u>Elentek</u>	 Италия	2.6	3.96	2	3.2	2.3	2.85
39		<u>TCC</u>	 Россия	2.2	4.1	2.5	3.4	2.3	2.85
40		<u>Weland</u>	 Великобритания	3.4	2.88	4	2.3	2.4	2.84
41		<u>RID</u>	 Германия	3.2	2.96	3.5	3.1	2	2.84
42		<u>Дизель</u>	 Россия	2.2	4.1	2.5	3	2.8	2.83
43		<u>Ausonia</u>	 Италия	2.6	2.8	2	3.7	2.4	2.82
44		<u>Stubelj</u>	 Словения	2.8	2.94	2.5	3.2	2.3	2.8
45		<u>Lister Petter</u>	 Великобритания	2.6	4	2	2.4	2.4	2.71
46		<u>PowerLink</u>	 Китай	2.4	4	3	2.3	2.5	2.69
47		<u>EMSA</u>	 Турция	1.8	4.1	1.5	3.1	2.5	2.65
48		<u>MingPowers</u>	 Китай	1.8	4.2	3	2.9	2.4	2.65

Продолжение таблицы 1

49		<u>MOSA</u>	 Италия	2.8	2.86	2.5	2.5	2.4	2.63
50		<u>GenPower</u>	 Турция	1.8	3.18	1.5	3.2	2.6	2.6
51		<u>GenPowex</u>	 Финляндия	2.6	2.8	2	2.1	2.5	2.56
52		<u>Электроагрегат</u>	 Россия	3	3.8	3	2.6	1	2.54
53		<u>Kurkuoglu</u>	 Турция	1.8	4	1.5	2.7	2.4	2.52
54		<u>Kipor</u>	 Китай	2.4	4.1	3	1.6	2.4	2.52
55		<u>EuroEnergy</u>	 Турция	1.8	4	1.5	2.8	2.4	2.52
56		<u>Endress</u>	 Германия	2.6	2.8	2	2.1	2.7	2.51
57		<u>EuroPower</u>	 Бельгия	2.6	3	3.5	1.9	2.5	2.48
58		<u>Tide Power</u>	 Китай	1.2	4.2	1.5	2.9	2.4	2.44
59		<u>Ayerbe</u>	 Испания	3.2	2.9	3.5	2.5	1	2.43
60		<u>GENBOX</u>	 Россия	3.2	2.8	3.5	2.8	1	2.43
61		<u>Hyundai</u>	 Корея	1.8	4	1.5	1.8	2.5	2.3
62		<u>VibroPower</u>	 Сингапур	1.8	3.02	1.5	1.9	2.4	2.25

1.4 Пути повышения топливной эффективности и надежности систем электроснабжения на базе дизель-генераторных установок

Уменьшение расхода топлива повышает эффективность работы дизель-генераторных установок. Главной причиной увеличения расхода топлива является низкая температура и неэффективная загрузка дизель-генераторных установок.

Дизель-генераторные установки рассчитаны для работы в тяжелых погодных условиях - при температуре от -50°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Но при низких температурах вязкость топлива увеличивается и ухудшает процесс горения топлива в цилиндрах двигателя, тем самым уменьшает мощность дизель-генераторных установок.

Оптимальной нагрузкой дизель-генераторных установок считается от 40% до 75% от номинальной мощности. Если нагрузка будет меньше 40% номинальной мощности, то дизель-генераторные установки будут работать с повышенным удельным топливо потреблением. Работа на малую нагрузку сокращает ресурс ДГУ.

Одним из путей по повышению топливной эффективности ДГУ - это использование буферных накопителей. Для этого нужно снабдить ДГУ выпрямительно-зарядным устройством, вход выпрямительно-зарядного устройства подключен к выходу синхронного генератора и к системе управления, а к выходу подключен буферный накопитель. Выход буферного накопителя соединен автономным инвертором. Автономный инвертор выходом подключен к нагрузке, а входом соединен буферным накопителем и системой управления. На рисунке 5 представлена структурная схема работы ДГУ с буферным накопителем.

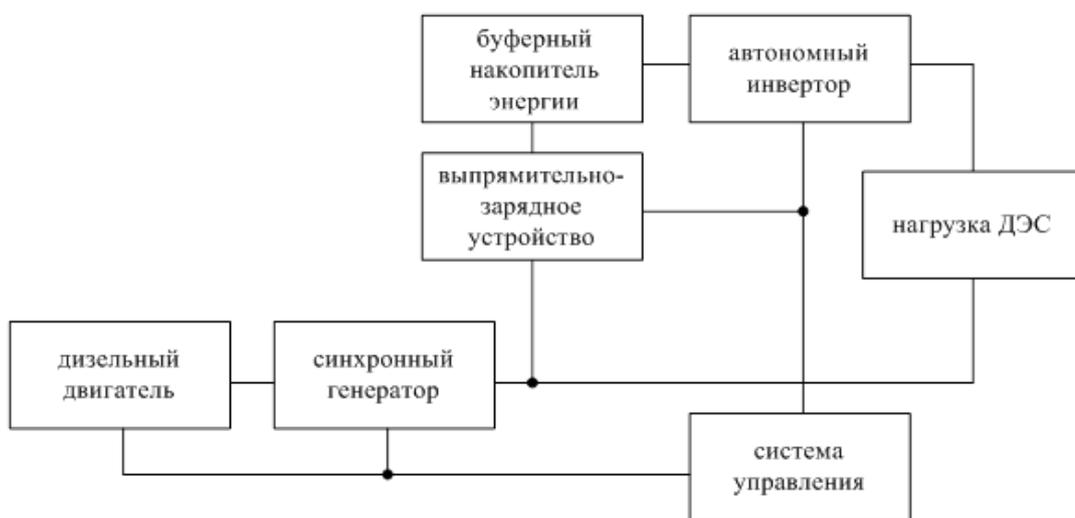


Рисунок 5- Структурная работа ДГУ с буферным накопителем

Уменьшение расхода топлива достигается за счет того, что режим загрузки ДГУ поддерживается на уровне средней мощности нагрузки. Когда выходная мощность ДГУ будет превышать текущую нагрузку, тогда избыточная выработанная энергии будет аккумулироваться в буферных накопителях, а когда выработанная энергия ДГУ не будет хватать для покрытия текущей нагрузки, то энергия будет отдаваться из буферного накопителя.

В автономных системах электроснабжения для повышения надежности электроснабжения часто используют два и более ДГУ. Кроме повышения надежности электроснабжения многоагрегатные ДГУ позволяют включать в работу нужное количество ДГУ, в соответствии текущим графиком нагрузки. Это позволяет оптимизировать загрузку и улучшать технико-экономические показатели.

Для автономных систем электроснабжения одним из перспективных направлений по энергосбережению и повышению энергоэффективности, является модернизация ДГУ, с использованием технологии когенерации.

Когенерация - это комбинирование производства тепла и электроэнергии. При использовании когенерации возрастает общий коэффициент использования топлива. С ее помощью можно подогревать топливо и масла, что улучшает их горение в двигателях, тем самым уменьшает расход топлива и увеличивает ресурс ДГУ.

Повышения топливной эффективности можно добиться с применением инверторной ДГУ. Инверторные ДГУ вырабатывают электроэнергию переменной зависимости от текущей нагрузки. Это осуществляется за счет электронной системы зажигания и регулированию оборотов мотора, что позволяет уменьшить расход топлива на 20-40%. Инверторные ДГУ имеют ряд преимуществ: экономичность, высокое качество напряжения, низкий уровень шума.

Существенным повышением экономичности автономных систем электроснабжения, является использование комбинированных электроустановок. Они состоят из дизельной станции и установки

возобновляемой энергетике. Строительство комбинированных электроустановок оправдано в том случае, если расчетные затраты на строительство будут сопоставимы со стоимостью сэкономленного топлива и моторесурса ДЭС. Эффективность строительства комбинированных электроустановок во многом определяется потенциалом ВИЭ, чем больше часов работает установка, тем больше экономия топлива ДЭС и меньше расходы на ремонт.

1.5 Цель и задачи выпускной квалификационной работы

Цель: Повышение эффективности использования дизель-генераторных установок в автономных системах электроснабжения.

Для достижения поставленной цели предлагается решить задачи:

- Провести анализ к автономным системам электроснабжения.
- Оценить рынок ДГУ и ДЭС.
- Разработать систему электроснабжения удаленного населенного пункта на базе дизельной электростанции.
- Рассмотреть пути повышения эффективности дизельной электростанции (использование ИБП, инверторных ДЭС и ВИЭ).

Вывод: в данном разделе были рассмотрены автономные объекты электроснабжения, характер их электрической нагрузки, диапазоны мощностей потребителей. Сформулированы требования, предъявляемые к автономным системам электроснабжения. Проведен анализ рынка дизельной электростанции в России и определен круг производителей данного оборудования. Приведена схема ДЭС, назначение узлов и их принцип работы. Были рассмотрены различные пути повышения топливной эффективности ДЭС.

4 «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Темой научно-исследовательской работы является «Повышения эффективности использования дизель-генераторных установок в автономных системах электроснабжения».

Цель научно-исследовательской работы является повышения эффективности использование дизель-генераторных установок в автономных системах электроснабжения.

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

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НИР;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проекта;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

4.1 Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы

Исследовательская работа ограничено сроком выполнения и бюджетом. В данной исследовательской работе решает возможности повышения эффективности использования дизель-генераторных установок. Это добивается за счет уменьшение расхода топлива.

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потенциальными потребителями элетроэнергии который будет вырабатываться на ДЭС является бытовые и производственные потребители поселка Потапово.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Проведем сравнение существующий ДЭС и исследуемый ДЭС. Чтобы узнать эффективность научной разработки. Данный анализ производится с помощью оценочной карты. В таблице 1 приведено оценочная карта.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _с	Б _и	К _с	К _и
1	2	3	4	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	9	9	1,8	1,8
2. Экологичность	0,2	7	7	1,4	1,4
3. Долговечность	0,2	9	8	1,8	1,6
4. Надежность	0,2	8	7	1,6	1,4
5. Безопасность при использовании	0,2	10	10	2,0	2,0
Итого	1	43	41	8,6	8,2
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,2	7	7	0,98	0,98
2. Уровень проникновения на рынок	0,2	7	6	0,7	0,7
3. Цена	0,35	9	9	1,35	1,35
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,25	8	7	1,2	1,05
Итого	1	31	29	4,23	4,08

Конкурент– «Исследуемый варианты ДЭС»

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по десятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 10 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \quad (4.1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

4.2 Планирование комплекса работ НИР

Для реализации исследования необходимо реализовать спектр задач, связанных с научными, техническими и экономическими проблемами. Основные решаемые в данной работе задачи указаны в таблице 1.

При организации процесса реализации конкретной работы необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

На начальном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации исследования. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 1.

Таблица 2 . Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Этапы работы	Должность исполнителя	№ работы	Загрузка исполнителей
Составление и утверждение задания ТЗ	НР	1	НР – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, М	2	НР – 30% М – 100%
Разработка календарного плана	НР, М	3	НР – 100% М – 10%
Поиск методов решения для повышения эффективности использования ДЭС	НР, М	4	НР – 10% М-90%
Реализация методов и расчет расхода топлива	НР, М	5	НР – 10% М-90%
Оценка эффективности полученных результатов	НР, М	6	НР-10% М – 100%
Анализ результатов исследования	НР, М	7	НР-10% М-90%
Составление пояснительной записки	М	8	М – 100%
Сдача НИР	М	9	М – 100%

4.2.2 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- технико-экономическим;
- опытно-статистическим.

В данном случае используется опытно-статистический метод, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (4.2.1)$$

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} .

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 2 работ требуются специалисты:

- научный руководитель;
- магистрант.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (4.2.2)$$

где, $t_{ож}$ – трудоемкость работы, чел/дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1,2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (4.2.3)$$

где, $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (4.2.4)$$

где, $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 275$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 75$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 15$).

$$T_{К} = \frac{275}{275 - 75 - 15} = 1,48$$

В таблице 2 приведено длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе, а в таблице 3 представлен графический линейный график работ.

Таблица 3 – Временные показатели проведения ВКР

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Длительность работ, чел/дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{сред}$	НР	М	НР	М
Составление и утверждение задания ТЗ	НР	6	10	7,6	9,12	-	13,68	-
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, М	14	20	16,4	5,9	19,68	8,8	29,5
Разработка календарного плана	НР, М	6	10	7,7	9,12	0,912	13,68	1,37
Поиск методов решения для повышения эффективности использования ДЭС	НР, М	15	22	17,8	21,36	6,4	32,04	9,6
Реализация методов и расчет расхода топлива	НР, М	15	25	19	15,96	6,84	10,6	23,94
Оценка эффективности полученных резул-в	НР, М	7	10	8,2	2,9	9,84	4,43	14,76
Анализ результатов исследования	НР, М	7	10	8,2	2,9	9,84	4,43	14,76
Составление пояснительной записки	НР, М	14	20	16,4	1,97	19,7	3	29,5
Сдача НИР	М	15	17	15,8	13,272	18,96	20	28,4
Итого:	-			120	82,4	98	110,1	151,6

Выводы по пункту – первоначально был составлен полный перечень проводимых работ. Результатом планирования работ является сетевой, либо линейный график реализации проекта. Наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей является использование линейного графика (диаграмма Ганта) таблица 4. Для построения данного графика в таблице 4 рассчитано длительность этапов работ и число исполнителей на каждом этапе.

Таблица 4. – Календарный план проведения НИР

Виды работы	Исполнители	тк	октябрь	ноябрь	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1) Составление и утверждение задания НИР	НР	13	■								
2) Подбор и изучение материалов по тематике	НР, М	38	■	■							
3) Разработка календарного плана	НР, М	15		■	■						
4) Поиск методов решения для повышения эффективности использования ДЭС	НР, М	40			■	■	■				
4) Реализация методов и расчет расхода топлива	НР, М	35				■	■	■			
5) Оценка эффективности полученных резул-в	НР, М	30					■	■	■		
6) Анализ результатов исследования	НР,М	25						■	■	■	
7) Составление пояснительной записки	НР, М	28							■	■	
8) Сдача НИР	НР,М										
■	Научный руководитель										
■	Магистр										

4.3 Бюджет научно-исследовательской работы (НИР)

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты группируются по статьям.

Расчет материальных затрат НИР

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (4.3)$$

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

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

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

k_T — коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 5 - Материальные затраты

№ п.п.	Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материал, руб.
1	Бумага	лист	150	2	345
2	Картридж	шт.	1	1000	1150
3	Интернет	М/бит (пакет)	1	350	402,5
4	Ручка	шт.	1	20	23
5	Дополнительная литература	шт.	2	400	920
6	Тетрадь	шт.	1	10	11,5
7	Электроэнергия	кВт/час	34	2,7	105,57
	Итого				2957,57

4.3.1 Расчет материальных затрат НИР

К данной группе затрат отнесем затраты на оборудование используемые при выполнении НИР.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. В таблице приведены затраты на оборудование.

Таблица 6 – Затраты на оборудование

№	Наименование	Количество	Цена единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	Источники бесперебойного питания (ИБП)	1	3 695 587	4 249 925
2	Инверторный ДЭС	1	6 000 000	6 000 000
3	ДЭС АД-500D в контейнере	2	4 900 000	11 270 000
4	Контроллер InteliGen NT	1	103 516	119 043
Итого				21 638 925

Для решения задач НИР вышперечисленное оборудование не приобретается. Тем не менее, в таблице 5 приведен список оборудования, используется для осуществления НИР.

4.3.2 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя (научный руководитель – по ВНС ДН ППС 4ПКГ в размере 23 264 рублей)

Данные для расчета:

- 1) Оклад у научного руководителя – 23 264 руб.,
- 2) Плановый фонд рабочего времени за месяц – 176 часов (22 дня);
- 3) Тарифная ставка.

- 4) Дополнительная заработная плата.
- 5) Районный коэффициент – 1,3 (для Томска)

Часовая тарифная ставка ($C_{\text{ч}}$) определяется:

$$C_{\text{ч}} = \frac{\text{Оклад}}{\Phi_{\text{рв}}} \quad (4.3.2)$$

где $\Phi_{\text{рв}}$ – плановый фонд рабочего времени за месяц, из расчета 22 рабочих дня по 8 часов.

Рассчитаем заработную плату научного руководителя:

Часовая тарифная ставка ($C_{\text{ч}}$):

$$C_{\text{ч}} = \frac{23264}{176} = 132,2 \text{ руб. в час}$$

В состав основной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20-30% от тарифа или оклада.

Основная заработная плата за проект у руководителя составит:

$$ЗП_{\text{осн}} = 132,2 \cdot (10 \cdot 8) = 132,2 \cdot 80 = 10576 \text{ руб.}$$

Итого затраты на оплату труда:

$$ЗП_{\text{общ}} = 10576 + 2115 = 12\,691 \text{ руб.}$$

Общая сумма заработной платы с учетом районного коэффициента:

$$ЗП_{\text{общ}} = 12\,691 \cdot 1,3 = 16\,498 \text{ руб.}$$

Таблица 7 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад (руб.)	Часовая тарифная ставка (руб./час.)	Основная заработная плата (руб.)	Заработная плата с учетом районного коэффициента и надбавки (руб.)
1.Руководитель	23264	132,2	12 691	16 498

4.3.3 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot k_{доп} \quad (4.3.3.1)$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблицу 8 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 8 – Заработная плата руководителя НИР

Заработная плата	Руководитель
Основная зарплата	16 498
Дополнительная зарплата	1979
Итого по статье ЗП _{общ}	18 477

Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{соц} = ЗП_{общ} \cdot 1,3 \quad (4.3.3.2)$$

Где $K_{соц}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 \cdot 18477 = 5543 \text{ руб.}$$

4.3.4 Накладные расходы

К элементу «Накладные расходы» относятся налоги, сборы, платежи по обязательному страхованию имущества, платежи за предельно допустимые выбросы загрязняющих веществ; вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения; затраты на командировки; плата сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану; за подготовку кадров; оплата услуг связи, вычислительных центров, банков; плата за аренду; представительские расходы; затраты на ремонт. И принимаются на уровне 16 % от затрат на осуществление технического проекта.

Величина накладных расходов определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{затраты на тех.проект}) \cdot k_{\text{нр}}$$

$$Z_{\text{накл}} = 26\,977 \cdot 0,18 = 4855 \text{ руб.}$$

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

4.3.5 Формирование сметы бюджета затрат на исследование

Смета бюджета затрат отражает сумму средств необходимых для конкретного пункта НИР.

Смета бюджета затрат представлена в таблице 9

Таблица 9 – Смета затрат НИР

Наименование статьи	Сумма, руб.
Материальные затраты НИИ	2957
Затраты по основной заработной плате руководителя темы	16 948
Затраты по дополнительной заработной плате руководителя темы	1979
Отчисления во внебюджетные фонды	5543
Накладные расходы	4855
Бюджет затрат НИР	32 282

Для решения задач НИР все нужные оборудование не нуждается покупки.

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей) и финансовой, эффективности исследования

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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}}, \dots \dots \dots (4.4.1)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{15660402}{17291434} = 0,9, I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{17291434}{17291434} = 1$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения НИР(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 10

Таблица 10 – Интегральный финансовый показатель

Исполнение№	$I_{финр}^{исп.i}$
1	0,9
2	1

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов

исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (4.4.2)$$

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 11.

Таблица 11 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	ДЭС с ИБП	ДЭС с ивер. ДЭС
Автоматизация эксплуатации	0,25	4	4
Надежность	0,2	5	5
Безопасность	0,25	4	3
Экономичность	0,2	5	4
ИТОГО	0,9	18	16

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы 12.

Таблица 12 – Показатели ресурсоэффективности

Исполнение№	I_{pi}
1	16,2
2	14,4

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}, \dots \dots \dots (4.4.3)$$

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}):

$$\mathcal{E}_{cp1} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}; \quad \mathcal{E}_{cp.2} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} \quad (4.4.4)$$

В таблице 13 приведена сравнительная эффективность разработки

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

п/п	Показатели	ДЭС с ИБП	ДЭС с инвертоной ДЭС
	Интегральный финансовый показатель разработки	0,9	1
	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	16,2	14,4
	Интегральный показатель эффективности	18	14,4
	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	По отношению к исп.2	По отношению к исп.1
		1,25	0,8

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной в работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности[30].

Конечной целью НИР является повышения эффективности использования ДЭС непосредственно уменьшением расхода топлива при выработке электроэнергии. В таблице 14 представлено расход топлива при использовании ИБП.

Таблица 14 – Расход топлива с применением ИБП

часы	Ррас., кВт	Р (ДГУ) кВт	Загрузка ДГУ %	Кол. раб. ДГУ	Расход при 100% загрузке	Р (ДГУ) с учетом кол. раб. ДГУ	Расход топлива с учетом кол.раб.	Расход топл.без ИБП, кг	Расход топл.с ИБП, кг
0-1	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	55,55
1-2	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	55,55
2-3	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	55,55
3-4	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	55,55
4-5	297,48	500	59	1	108,36	500	108,36	77,63	57,3
5-6	375,93	500	75	1	108,36	500	108,36	89,53	66,08
6-7	501,39	500	100	2	108,36	1000	216,72	141,07	80,13
7-8	579,84	500	115	2	108,36	1000	216,72	152,98	88,92
8-9	485,33	500	97	1	108,36	500	108,36	106,13	78,33
9-10	469,26	500	93	1	108,36	500	108,36	103,69	76,53
10-11	500,45	500	100	2	108,36	1000	216,72	140,93	80,03
11-12	469,5	500	93	1	108,36	500	108,36	103,73	76,56
12-13	438,54	500	87	1	108,36	500	108,36	99,03	73,09
13-14	406,88	500	81	1	108,36	500	108,36	94,23	69,55
14-15	422,48	500	84	1	108,36	500	108,36	96,59	71,29
15-16	422,48	500	84	1	108,36	500	108,36	96,59	71,29
16-17	469,73	500	93	1	108,36	500	108,36	103,77	76,59
17-18	642,69	500	128	2	108,36	1000	216,72	162,51	95,95
18-19	831,24	500	166	2	108,36	1000	216,72	191,11	117,06
19-20	784,22	500	156	2	108,36	1000	216,72	183,98	111,8
20-21	611,5	500	122	2	108,36	1000	216,72	157,78	92,46
21-22	470,2	500	94	1	108,36	500	108,36	103,83	76,64
22-23	360,33	500	72	1	108,36	500	108,36	87,17	64,34
23-24	313,31	500	62	1	108,36	500	108,36	80,03	59,07
итого								2673	1805
Экономия топлива за весь зимний период:								245962	166091

Как видно в таблице 14 расход топлива при использовании ИБП уменьшается на 80 т за весь зимний период, а за весь год расход топлива сокращается на 297 т. Тем самым повышает эффективность ДЭС.

В таблице 15 представлено расход топлива при использовании инверторной ДЭС.

Таблица 15 – Расход топлива с применением инверторной ДЭС

часы	Ррас., кВт	Р (ДГУ) кВт	Загрузка ДГУ %	Кол. раб. ДГУ	Расход при 100% загрузке	Р (ДГУ) с учетом кол. раб. ДГУ	Расход топлива с учетом кол. раб.	Расход топл. без Инв. ДЭС, кг	Расход топл. с Инв. ДЭС, кг
0-1	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	75,27
1-2	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	75,27
2-3	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	75,27
3-4	281,89	500	56	1	108,36	500	108,36	75,27	75,27
4-5	297,48	500	59	1	108,36	500	108,36	77,63	77,64
5-6	375,93	500	75	1	108,36	500	108,36	89,53	89,54
6-7	501,39	500	100	2	108,36	1000	216,72	141,07	108,57
7-8	579,84	500	115	2	108,36	1000	216,72	152,98	136,40
8-9	485,33	500	97	1	108,36	500	108,36	106,13	106,13
9-10	469,26	500	93	1	108,36	500	108,36	103,69	103,70
10-11	500,45	500	100	2	108,36	1000	216,72	140,93	108,43
11-12	469,5	500	93	1	108,36	500	108,36	103,73	103,73
12-13	438,54	500	87	1	108,36	500	108,36	99,03	99,04
13-14	406,88	500	81	1	108,36	500	108,36	94,23	94,23
14-15	422,48	500	84	1	108,36	500	108,36	96,59	96,60
15-16	422,48	500	84	1	108,36	500	108,36	96,59	96,60
16-17	469,73	500	93	1	108,36	500	108,36	103,77	103,77
17-18	642,69	500	128	2	108,36	1000	216,72	162,51	140,40
18-19	831,24	500	166	2	108,36	1000	216,72	191,11	138,40
19-20	784,22	500	156	2	108,36	1000	216,72	183,98	136,40
20-21	611,5	500	122	2	108,36	1000	216,72	157,78	148,40
21-22	470,2	500	94	1	108,36	500	108,36	103,83	103,84
22-23	360,33	500	72	1	108,36	500	108,36	87,17	87,17
23-24	313,31	500	62	1	108,36	500	108,36	80,03	80,04
Итого								2673	2460,1
Экономия топлива за весь зимний период:								245962	226330,3

Вывод: Как видно в таблице 15 расход топлива сокращается на 20 т при использовании инверторной ДЭС. А за весь год расход топлива сокращается на 80 т. Таким образом, можно сделать вывод, что использование ИБП более чем целесообразно.

Таким образом, в данном разделе НИР было проведено:

1. Техничко-эконимическое обоснование научно-исследовательской работы целесообразно.
2. Осуществлено планирование работ на выполнения НИР, общая продолжительность научного исследования – 256 дней,
3. Рассчитан бюджет для выполнения научно-исследовательской работы, общая сумма затрат 32 282руб.
4. Определено ресурсной и экономической эффективности НИР.
5. Произведен расчет расхода топлива ДЭС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе были рассмотрены автономные объекты электроснабжения (удаленные сельские населенные пункты), характер их электрической нагрузки, диапазоны мощностей потребителей. Сформулированы требования предъявляемые к автономным системам электроснабжения малых населенных пунктов. Проведен анализ рынка дизельных электростанции в России и определен круг основных производителей данного оборудования.. В качестве объекта исследования выбран удаленный поселок Потапово (Красноярский край), расположенный за полярным кругом на берегу реки Енисей. Установленная мощность электропримников поселка 831кВт. В настоящее время электроснабжение поселка осуществляется дизельной электростанцией с номинальной мощностью 1600кВт. Данный вариант ЭС был взят за базовый (расход топлива t_{1075} т в год).

В работе по известным методикам рассчитаны электрические нагрузки коммунально-бытового и промышленного характера данного поселка. Построены суточные графики электрических нагрузок для каждого сезона года. Путем анализа суточных графиков электрических нагрузок было принято решение заменить дизель-генераторную установку на новую с меньшей мощностью типа (АД500D). Разработана схема электроснабжения поселка на базе двух дизель-генераторных установок. Построена схема распределения электроэнергии по территории поселка с использованием воздушной линии электропередачи. Для выбора коммутирующей, защитной аппаратуры и линии электропередач рассчитаны расчетные токи отходящих фидеров. Для автоматизации и управления ДЭС был выбран контроллер InteliGen NT (). Для каждого сезона года были рассчитаны расходы топлива в случае использования разработанной ДЭС. По сравнению с базовым вариантом расход топлива сократилась на 14%.

В третьем разделе рассмотрены способы улучшения топливной эффективности разработанной ДЭС. В первом варианте был выбран источник

бесперебойного питания ИДП-2-3/3-500-380-Д (Русэлт). Для каждого сезона года были рассчитаны расход топлива в случае использования разработанной ДЭС. По сравнению с базовым вариантом расход топлива сократилась на 31%. Во втором варианте был выбран инверторный ДЭС. Для каждого сезона года были рассчитаны расход топлива в случае использования разработанной ДЭС. По сравнению с базовым вариантом расход топлива сократилась на 23%. Также рассмотрены возможности использования ВИЭ. Рассчитаны среднемесячные скорости ветра и среднемесячная солнечная радиация. Объект исследования находится на севере, поэтому солнечная радиация очень слабая и строительства фото-дизель-электростанции нецелесообразно. Инсоляция ветра слабая и строительства ветро-дизельной-электростанции нецелесообразно.

Как видно вариант с использованием ДЭС с ИБП наиболее эффективен. В работе также содержится экономический менеджмент и социальная ответственность. По экономическим соображениям данный вариант наиболее эффективен.

Список использованных источников

1.Повышение эффективности комбинированных автономных систем электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук : спец. 05.14.02 / С. Г. Обухов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; науч. конс. Б. В. Лукутин. — Томск: 2013. — 41 с.: ил.. — Защита сост. 18.12.2013 г. — Библиогр.: с. 37-41 (46 назв.).

2.Системы автономного электроснабжения на основе дизельных электростанций: учебное пособие/ Р.М.Мустафина, С.Г.Обухов, И.А.Плотников – Павлодар: Кереку,2012. – 82с.

3. Википедия. – URL: www.Wikipedia.org

4 Альтернатор. – URL: www.nskgenerator.ru

5.Энерго статус. – URL:www.energo-status.ru

6.Бензогенераторы. – URL:www.all-generator.ru

7 Геко Россия. – URL:www.geko-russia.ru

8 компания «AllGen». – URL:www.allgen.ru

9 SDMO Industries. – URL:www.sdmo.com.ru

10. Энергомера. – URL:www.elec.ru

11. компания «AllGen». – URL:www.allgen.ru

12компания «AllGen». – URL:www.allgen.ru

13.компания «AllGen». – URL:www.allgen.ru

14.Кама Энергетика. – URL:www.kama-e.ru

15. Президент Нева. – URL: www.powercity.ru
16. Азимут. – URL: www.azimut.ru
17. компания «AllGen». – URL: www.allgen.ru
18. Официальный сайт города Дудинки. – URL: www.gorod-dudinka.ru
19. «Пособие по курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, производственных и городских объектов» Ю.Д.Сибикин. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2015. – 384 с.: ил.
20. Техническая коллекция «Schneider Electric» Выпуск №11 Проектирование электроустановок квартир с улучшенной планировкой и коттеджей: Под ред. Г.А. Гельмана. Schneider Electric – 2007. – 227 с.: ил
21. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: Под общ. Ред. А.А. Федорова. Т.2. Электрооборудование. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 592 с.; ил
22. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию С741 промышленных предприятий и общественных зданий/ под общ. ред. Профессоров МЭИ(ТУ) С.И. Гамазина, Б.И. Кудрина, С.А. Цырука. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 745 [7] с.: ил
23. «Методическое пособие по дипломному проектированию». – URL: www.htk.edu.ru
24. Алиэкспресс. – URL: ru.aliexpress.com
25. Группа Компаний Автономные Системы. – URL: www.asgruppa.ru
26. Генератор МСК. – URL: www.generator.msk.ru
27. Научно-технический отчет: под рук. Профессора ТПУ Б.В. Лукитина. Т: Издательский дом ТПУ, 2011. – 165 с.

28. Архив сайта Наса. – URL: www.eosweb.larc.nasa.gov
29. Архив сайта погода России. – URL: www.rp5.ru
30. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: ТПУ, 2014. – 73с.
31. Поделис. – URL: www.podelise.ru
32. Студопедия. – URL: www.studopedia.ru
33. Правила технической эксплуатации дизельных электростанции/под ред. Нужин В.П. М., 2005.
34. Студорг. – URL: www.studme.org
35. Бородин Ю.В., Извеков В.Н., Ларионова Е.В., Плахов А.М. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность». – Томск: ТПУ, 2014. – 9 с.
36. Improving the efficiency of combined Autonomous power supply systems using renewable energy sources-the dissertation on competition of a scientific degree of doctor of technical Sciences : spec. 05.14.02 / S. G. Obukhov; national research Tomsk Polytechnic University (TPU) ; scient. kons. B. V. Lukutin. — Tomsk: 2013. — 41 p.: Il.. — protection status. 18.12.2013 g. — Bibliogr.: S. 37-41 (46 the name).
37. Systems of Autonomous power supply based on diesel power plants: textbook/ R. M. Mustafina, Obukhov S. G., Plotnikov I. A. – Pavlodar: Kereku, 2012. – 82с.
38. Wikipedia. – URL: www.Wikipedia.org
39. Alternator. URL: www.nskgenerator.ru
40. Petrol generators. – URL: www.all-generator.ru

41. Geko Russia. – URL:www.geko-russia.ru
42. SDMO Industries. – URL:www.sdmo.com.ru
43. the company "AllGen". – URL:www.allgen.ru
44. Presidentneva. – URL:www.powercity.ru
45. Azimut. – URL:www.azimut.ru

Приложение А

Раздел НИР, выполненный на иностранном языке

Раздел 1

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК В АВТОНОМНЫХ СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ4К	Темирбеков Доолот Мелисбекович		

Консультант кафедры _____:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Плотников И.А.	к.т.н., доцент		

Консультант – лингвист кафедры иностраннных языков:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Матухин Д.Л.	к.п.н., доцент		

Introduction

Russia is the largest country in the world by decentralized power supply zones area. About 70% of Russian territories aren't connected to the central electric networks. The basic reason is a sparse population and marshland. From 10 to 20 million people live in the decentralized territories. The most part of the decentralized territories is located in areas with harsh environment - Siberia, the Far East, and Far North. High-quality and reliable power supply in these areas is one of the main tasks of the state. Consumers' power supply in the decentralized zones is carried out by means of small-scale power generation. Small-scale power generation is micropower plants, minipower plants and small power plants. The main quantity of a small-scale power generation in Russia is made by diesel power plants, their approximate number is 47 thousands, and rated capacity reaches 15 million kW.

Diesel power plants (DPP) possess high reliability, big motor potential and durability. However, fuel for diesel power plant work must be delivered from the remote centers by water, automobile transport, and sometimes even by helicopter that does its delivery expensive. Besides, fuel delivery depends on weather, a season. Therefore, fuel delivery isn't always possible.

DPP power efficiency is a strategic development problem without its successful solution social and economic development in many regions of the Russian Federation is impossible.

One of the most perspective directions of DPP power efficiency increase is renewable energy sources (RES), UPSs (uninterruptible power supply units) and inverter DPP usage [36].

1. Autonomous power supply systems of remote facilities. Analytical review

1.1 Autonomous power supply systems

In the decentralized Russian territories, power supply facilities differ with the power consumption mode, power variety and the requirement to electric power quality. Therefore, it is difficult to classify them. But the greatest distribution was gained the following by types of autonomous objects:

- Individual small power consumer units – tens of kW. These are generally country houses, farms, meteorological stations, and cottages.
- Group nonindustrial consumers include residential districts, trade enterprises, healthcare institutions, villages, residential buildings, villages, settlements and various objects of the social sphere. Their rated capacity makes from tens to hundreds of kW.
- Industrial consumers with rated volume from hundreds to thousands kW, it is the main the enterprises oil and gas extraction branches.

In autonomous power supply systems, power consumption loading is sharply variable, as within a day, and seasons of year. For reliable consumers, power supply in such conditions is simple, economic, reliable, and maneuverable, which can work for the wide range of rated capacities. Power ranges from 1 to 3000 kW[37].

1.2 Requirements imposed to autonomous power supply systems

To autonomous power supply systems, as well as any power supply system, impose the following main requirements:

- safety;
- environmental friendliness;
- produced electricity parameters have to meet for quality requirements of GOST 13109-97;
- required reliability level of consumers power supply.

Except the main requirements, there are also specific requirements to autonomous power supply systems:

- possess technical and economic characteristics, commensurable with traditional power installations;
- automation of electricity generation technological process.

1.3 Diesel-generator installations, diesel-generator stations and their use for independent consumers power supply

The main part of a small-scale power generation in Russia is diesel power plants, which meet the requirements, shown to consumers' autonomous power supply systems. Diesel power plants have a number of advantages over other types of power sources:

- high efficiency;
- speed of start-up and high maneuverability;
- long work possibility without maintenance and full technological processes automation;
- compactness, simplicity in management and maintenance. It allows managing the minimum service personnel quantity;
- no need for total structural volumes, fast equipment installation and buildings constructions.

All these DPP advantages do itself by the main power source in autonomous power supply systems today. The diesel power plant consists of two main units - the engine and the electric generator. Besides, these main units make a diesel generator set (DGS):

- Cooling diesel systems: pumps, pipelines, and tanks;
- Fuel supply system: fuel tanks, pumps and pipelines;
- Lubrication system: oil tanks, radiators, oil pipelines, and pumps;

- DGS start system: electric starter, accumulator, air compressor, pipelines, and valves;
- control panels;
- switchboards;

In figure 1, the scheme of diesel-generator installation is shown.

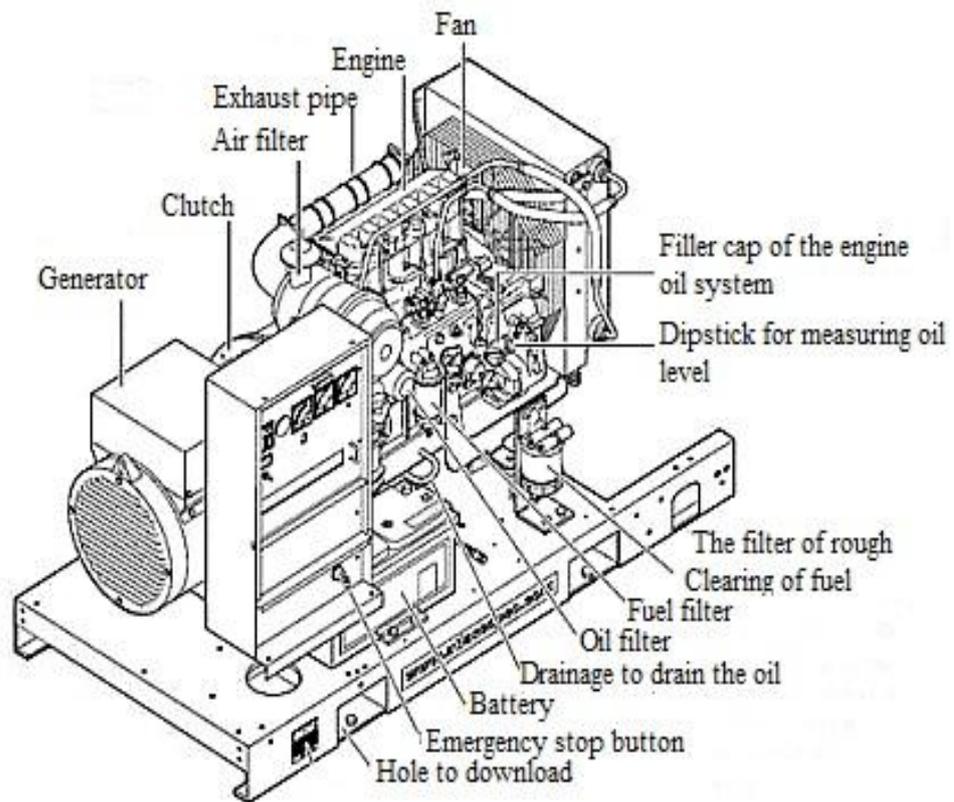


Figure 1 – Scheme diesel-generator installation

The basic diesel-generator installations work principle can be described in several points:

- as a result of compressed diesel fuel ignition gases expansion energy is formed. In this energy processing by crank mechanism, cranked shaft rotation mechanical energy appears;

- Generator rotor begins to move. At rotation the electromagnetic field is excited, therefore, the electromotive force is created (in abbreviated form - EMF);

– EMF creates the proceeding tension. This tension is stabilized by controlled unit.

DGS parallel work is understood as power generation of two or more DGS on the general loading. DGS parallel work requires frequency equalities, tension, phase order, alternations and phase shift angle on each generator.

DGS parallel work has a number of advantages:

– loading coefficient optimization of each unit and as a result fuel profitability increase;

– power resource increases over the single power of one unit;

– all DGS reliability increases due to same diesel generators usage;

– each DGS loading throwing off- throwing on cycle's optimization by previously set reception and loading removal laws application;

– switching devices work at small current values, the switching equipment resource raises [38].

For DGS, there are four automation extents and dependence on service conditions one of four automation extents applies.

The first DGS automation extent is equipped with emergency and precautionary alarm system and protection devices. DGS is automated in such a way that demands continuous service personnel presence. It will carry out start of the unit, care, auxiliary mechanisms control. DGS is equipped with a small amount of devices, controlling key working parameters. When value is reached inadmissible, signals are given and DGS is stopped by protection device.

The second automation extent includes wide use of automatic and remote control. Automation devices have to provide:

– remote or automatic DGS start and stop;

– remote or automatic input in synchronism;

– cooling system, water temperature and diesel greasing regulation;

– DGS protection in emergencies;

At this kind of automation working personnel presence need remains. They have to control fuel and oil tanks account level and their replenishment.

The third automation extent is for DGS work without service personnel. DGS gets into gear on a certain program. The program will work during the set time without supervision and service. All service operations, start-up, and input under loading are automated. DGS working with such automation extent has to represent well fulfilled and reliable units.

The fourth automation extent in addition to the third degree, the following operations have to be carried out:

- Centralized automatic control over DGS condition in general and separate parts;
- Centralized management by operating units [39];

Now DGS and DES world market shows sales volume growth every year. DGS and DES producers prevail , but among of them most well-known and DGS and DES producers are France, Great Britain, Germany, the USA, Italy and China.

The CATERPILLAR Company (USA) is one of recognized leaders in the DGS and DES production field today. The CATERPILLAR Company manufactures qualitative and reliable DGS and DES. Power ranges from 14 to 3000 kVA[40].

The Chinese company KIPOR makes DGS and DES according to the license of Honda Motor Co Concern. The KIPOR Company is the elite industrial DGS and DES producer in China. The KIPOR Company in Russia has a division which carries out service and makes preparation and testing by own technicians. The KIPOR Company exports their product to more than 150 countries of the world. Power ranges from 12 to 1100 kVA [41].

The SDMO Industries Company (France) was founded in 1969. Now it became one of the largest companies on DGS and DES production. The company has the wide range of various power DGS. The company has been in the territory of Russia more than 10 years. Power ranges from 9 to 1250 kVA [42].

The Russian market of the diesel – generating installations – is rather saturated and highly competitive. We will consider some the leading DGS and DES domestic producers.

"TTS group of companies" has performed in the Russian market more than 20 years. In 2003 the company began own DGS and DES various modifications production. The volume of the made production makes more than 3000 units. Power ranges from 14 to 2500 kVA [43].

The company "Prezident-Neva", "Energetic centre" is R&D enterprise with the 18th year history. The company manufactures DGS under the «Preziden-neva» trademark. "President Neva" is completed with diesel engines of the Russian motor plants, and also foreign engines. Generators, which equip power plants, can also be of the Russian and foreign production. A power range of the diesel power plants sold under the President Neva trademark varies from 5 to 315 kVA. [10]. Figure 2 shows DES "President Neva" [44].



Figure 2 – Diesel power plant "President-Neva"

"Azimuth groups of companies" is a Russian DGS producer. Diesel Azimuth generators are made on the basis of BEARFORD Company (Great Britain), Cummins

(USA), Perkins (Great Britain) and AZIMUT company engines. They are distinguished by unpretentiousness, compactness, power, profitability, reliability, low cost and service simplicity. Figure 3 shows DES "Azimuth"[45].



Figure 3– Diesel power plant "Azimuth" with the engine BEARFORD

1.4 Ways of fuel efficiency increase and power supply system's reliability on the basis of diesel-generator installations

Fuel consumption reduction increases diesel-generator installations overall performance. Low temperature and inefficient loading of diesel-generator installations are the main reason of increase in fuel consumption.

Diesel-generator installations are calculated for work under severe weather conditions, at the temperature range from -50°C to $+50^{\circ}\text{C}$. But at low temperatures, fuel viscosity increases and worsens fuel burning process in engine cylinders, thereby reduces diesel-generator installations power.

Optimum diesel-generator installations loading is considered from 40% to 75% of rated power. If loading is less than 40% of rated power, then diesel-generator installations will work with the consumption increased specific fuel.

One of the ways to increase DGS fuel efficiency is buffer storage. For this purpose, it is necessary to supply DGS with rectifying device, the rectifying device input is connected to synchronous generator output and to a control system, and to the buffer storage output is connected; the buffer storage output is connected by the independent inverter, the independent inverter is connected by loading output, and input is connected by the buffer storage and a control system. In figure 5 the block diagram of DGS work with the buffer storage is shown.

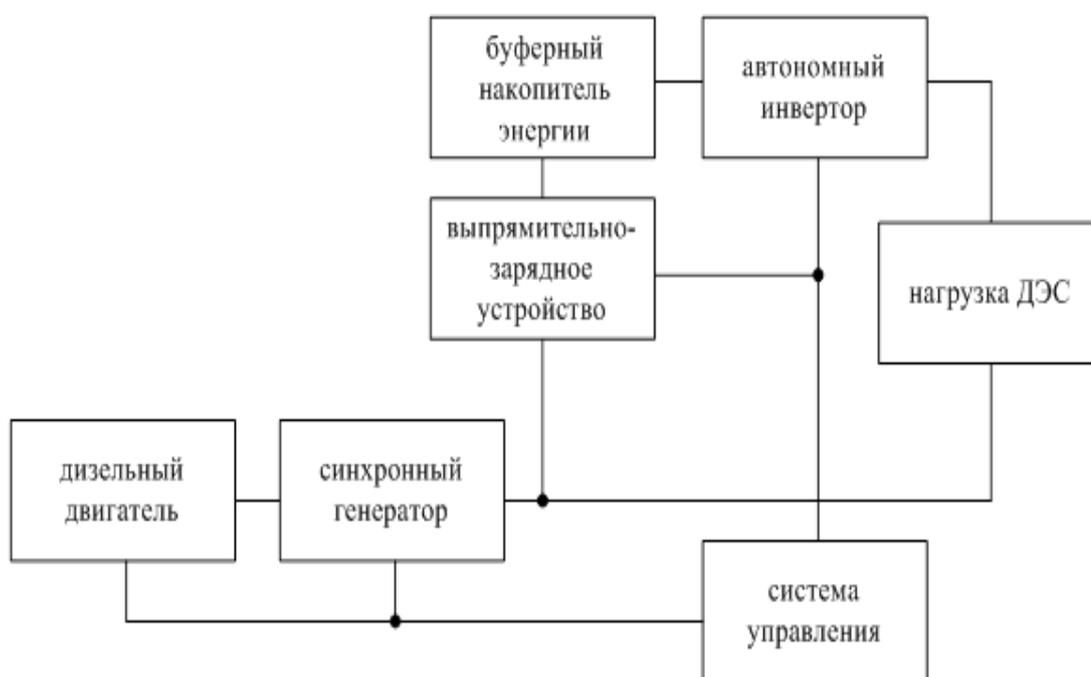


Figure 5 – Structural work of DGS with the buffer storage

Fuel consumption reduction is reached because the DGS loading mode is supported at the level of average power loading. When the DGS output power exceeds the current loading, superfluous developed energy will be accumulated in buffer storage. When the developed DGS energy isn't enough to cover flowing loading, energy will be supplied from the buffer storage.

In autonomous power supply systems, for power supply reliability increase we often use two and more DGSs. To increase power supply reliability, necessary quantity of DGSs in compliance the current production schedule allows putting multi modular DGS into operation. It allows optimizing loading and improving technical and economic indicators.

For autonomous power supply systems, one of the perspective directions on energy saving and energy efficiency increase is DGS modernization by cogeneration technology.

The cogeneration is heat and the electric power production combination. By using a cogeneration, the general fuel efficiency will increase. By cogeneration, it is possible to warm up fuels and oils. Improving fuel burning in engines will reduce fuel consumption and increase the DGS efficiency.

Fuel efficiency increase can be achieved by inverter DGS application. Inverter DGS develops the electric power alternate dependence on the current loading. It allows reducing fuel consumption by 20-40%. Inverter DGS profitability, high quality of tension, low noise level has a number of advantages.

Essential increase of autonomous power supply system's profitability is combined electric installations usage, consisting of diesel station and renewable power installation. Combined electric installations buildings are justified in case settlement constructions costs are comparable to the DES cost of saved fuel and motor potential. Combined electric installations building efficiency in many respects is defined by RES potentials, the more hours installation, the more economy of DES fuel less expenses on repair works.

1.5 Purpose and problems of final qualification work

Purpose: Diesel-generator installations usage efficiency increase in autonomous power supply systems.

For achievement of a goal, it is offered to solve problems:

– carry out the analysis of autonomous power supply systems.

- estimate DGS and DES market.
- develop power supply system of the remote settlement on the basis of diesel electric stations.
- consider diesel power plant efficiency increase methods.

In this section power supply autonomous object types, their loading character, a power range have been considered. The requirements to the power supply to autonomous systems have been shown. By the diesel power plant market analysis, the main diesel power plant producers have been chosen. The DES scheme and nodes, their purpose and principle of their work have been provided. Various ways of DES efficiency increase have been considered.

Conclusion

In this dissertation work, types of autonomous power supply objects and their loading character, power range have been considered. The requirements to the power supply to autonomous systems have been shown. By the diesel power plant market analysis, the main diesel power plant producers have been chosen. The power supply system with DES has been constructed. Various ways of DES efficiency increase have been considered. The Potapovo settlement has been chosen as object of research. Electric loadings of Potapovo settlement have been calculated. Daily schedules of electric loadings for every season of year have been designed.

By the electric loadings daily schedules analysis, decision to replace diesel-generator installation for new with a smaller power like (AD500D) has been made. The scheme of settlement power supply on the basis of diesel-generator installations has been developed. The scheme of the electric power distribution in the territory of the settlement has been constructed. Automatic switches and power line feeders' currents have been calculated. Automatic (AC-150/24, AC-120/27) (VA52-39B, VA51-35M3) and wire switches have been chosen. Also, DES automation and management the InteliGen NT controllers have been chosen. For every season of year fuel consumption has been calculated. Efficiency has been increased by UPS and

inverter DES usage. The UPS from the Ruselt Company (IDP-2-3/3-500-380-D) and inverter DES have been chosen. For every season of year, fuel consumption has been calculated, and schedules have been constructed. Average monthly wind speeds and average monthly solar radiation have been calculated. The facility of research is in the north, therefore, solar radiation is very weak and construction of PDES is inexpedient. Wind speed is too weak and WDES construction is inexpedient. By the analysis, it is possible to draw a conclusion that DES construction with the UPS is expedient for object of research.