

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

Институт: Энергетический
Направление подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Атомных и тепловых электростанций

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С НЕЗАВИСИМЫМ ПОДКЛЮЧЕНИЕМ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛА И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ
УДК <u>697.343-047.44</u>

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Горюнова Евгения Геннадьевна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	В.И. Беспалов	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	М.Э. Гусельников	к.т.н., доцент		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель кафедры атомных и тепловых электростанций	М.А. Вагнер	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
атомных и тепловых электростанций	А.С. Матвеев	к.т.н., доцент		

Запланированные результаты обучения выпускника образовательной программы бакалавриата по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
Р1	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе <i>на иностранном языке</i> , разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты <i>комплексной</i> инженерной деятельности.
Р2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении <i>комплексных</i> инженерных задач.
Р3	Демонстрировать <i>личную</i> ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения <i>комплексной</i> инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
Р4	Анализировать экономические проблемы и общественные процессы, участвовать в общественной жизни с учетом принятых в обществе моральных и правовых норм.
Р5	К достижению должного уровня экологической безопасности, энерго- и ресурсосбережения на производстве, безопасности жизнедеятельности и физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.
Р6	Осознавать необходимость и демонстрировать <i>способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни</i> , непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
Р7	Применять <i>базовые</i> математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности <i>в широком</i> (в том числе междисциплинарном) контексте в <i>комплексной</i> инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
Р8	Анализировать научно-техническую информацию, ставить, решать и публиковать результаты решения задач <i>комплексного</i> инженерного анализа с использованием <i>базовых и специальных</i> знаний, нормативной документации, современных аналитических методов, методов математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования.
Р9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять <i>комплексные</i> инженерные проекты с применением <i>базовых и специальных</i> знаний, <i>современных</i> методов проектирования для достижения <i>оптимальных</i> результатов, соответствующих техническому заданию <i>с учетом</i> нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
Р10	Проводить <i>комплексные</i> научные исследования в области производства тепловой и электрической энергии, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных, и их подготовку для составления обзоров, отчетов и научных публикаций с применением <i>базовых и специальных</i> знаний и <i>современных</i> методов.
Р11	Использовать информационные технологии, использовать компьютер как средство работы с информацией и создания новой информации, осознавать

	опасности и угрозы в развитии современного информационного общества, соблюдать основные требования информационной безопасности.
P12	Выбирать и использовать необходимое оборудование для производства тепловой и электрической энергии, управлять технологическими объектами, использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Специальные профессиональные</i>	
P13	Участвовать в выполнении работ по стандартизации и подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов теплоэнергетического производства, контролировать организацию метрологического обеспечения технологических процессов теплоэнергетического производства, составлять документацию по менеджменту качества технологических процессов на производственных участках.
P14	Организовывать рабочие места, управлять малыми коллективами исполнителей, к разработке оперативных планов работы первичных производственных подразделений, планированию работы персонала и фондов оплаты труда, организовывать обучение и тренинг производственного персонала, анализировать затраты и оценивать результаты деятельности первичных производственных подразделений, контролировать соблюдение технологической дисциплины.
P15	Использовать методики испытаний, наладки и ремонта технологического оборудования теплоэнергетического производства в соответствии с профилем работы, планировать и участвовать в проведении плановых испытаний и ремонтов технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работ, в том числе, при освоении нового оборудования и (или) технологических процессов.
P16	Организовывать работу персонала по обслуживанию технологического оборудования теплоэнергетического производства, контролировать техническое состояние и оценивать остаточный ресурс оборудования, организовывать профилактические осмотры и текущие ремонты, составлять заявки на оборудование, запасные части, готовить техническую документацию на ремонт, проводить работы по приемке и освоению вводимого оборудования.

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

Институт Энергетический
Направление подготовки **13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Кафедра «Атомных и тепловых электростанций»

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой АТЭС ЭНИН
А.С. Матвеев

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, /работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Горюновой Евгении Геннадьевне

Тема работы:

**Анализ распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением
источников тепла и потребителей**

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10 июня 2016 года

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Цель исследования - анализ существующих на сегодняшний день проблем системы теплоснабжения, поиск вариантов оптимизации тепловых схем и улучшения экономических показателей работы тепловых сетей и тепловых источников (районных котельных и теплоэлектроцентралей) для повышения качества теплоснабжения и увеличения энергетической эффективности. Объектом исследования является система теплоснабжения. Предмет исследования - присоединение источников тепла и потребителей в систему теплоснабжения.
---------------------------------	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы; 2. Анализ систем теплоснабжения <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Классификация систем теплоснабжения; 2.2 Схемы систем отопления; 3. Описание и обоснование выбора распределенной системы теплоснабжения с независимым присоединением источников тепла и потребителей; 4. Современные тепловые пункты: анализ ЦТП и ИТП; 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; 6. Социальная ответственность; 7. Заключение.
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент	Попова С.Н., доцент кафедры менеджмента
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности

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

--

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>11 января 2016 года</p>
--	-----------------------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры АТЭС	В.И. Беспалов	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Горюнова Евгения Геннадьевна		

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

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Горюновой Евгении Геннадьевне

Институт	Энергетический	Кафедра	АТЭС
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Затраты на специальное оборудование определяются согласно стоимости оборудования по прейскурантам или по договорной цене.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормативы расхода ресурсов определяются расчетно-аналитическими либо экспериментально-опытными методами с широким проведением хронометража.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Заработная плата рассчитывается исходя из тарифной ставки и коэффициентов, зависящих от различных условий: организация, регион. Страховые отчисления определяются согласно Федеральному закону от 24.07.2009 №212-ФЗ. Прочие и накладные расходы определяются исходя из суммы остальных статей расходов.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Оценка потенциала и перспективности реализации НИ производится с помощью выявления потенциальных потребителей результатов исследования, анализа конкурентных технических решений, а также SWOT-анализа
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Для составления графика технико-конструкторских работ используется оценка трудоемкости работ для каждого исполнителя.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя ресурсоэффективности научного исследования.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Матрица SWOT</i>
2. <i>График проведения и бюджет НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2016
---	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Горюнова Евгения Геннадьевна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б2А	Горюновой Евгении Геннадьевне

Институт	Энергетический	Кафедра	Атомных и тепловых электрических станций
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения

В разделе рассмотрены вопросы социальной ответственности работников, обслуживающих тепловые пункты и сети. Рабочее место представляет собой помещение – тепловой пункт. В тепловых пунктах должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Производственная безопасность

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;
- действие фактора на организм человека;
- приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);
- предлагаемые средства защиты;
- (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства).

1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:

- механические опасности (источники, средства защиты);
- термические опасности (источники, средства защиты);
- электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты);
- пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

В разделе рассмотрены влияние и соответствующие нормы по вредным и опасным факторам с указанием ссылок на соответствующие нормативно-технические документы.

Вредными факторами являются

- шум,
- освещенность,
- электромагнитные излучения.

Опасные факторы

- механической,
- термической,
- электрической,
- пожарной и взрывной природы.

Описано действие факторов на организм человека, предложены меры по уменьшению их влияния, выбраны средства коллективной и индивидуальной защиты.

<p>Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>В разделе рассматривается вопрос теплового загрязнения как одного из наиболее крупных видов физического загрязнения окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<p>В разделе представлены организационно-технические мероприятия по повышению устойчивости функционирования объекта при ЧС.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>Основные положения по охране труда изложены в Конституции РФ, основных законодательствах РФ и Кодексах законов о труде РФ.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2016
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Гусельников М.Э.	к.т.н., доц.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б2А	Горюнова Евгения Геннадьевна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 72 страницы, 14 рисунков, 15 таблиц, 26 источников.

Ключевые слова: система теплоснабжения, потери тепловой энергии, тепловой потребитель, источник тепла, индивидуальный тепловой пункт.

Объектом исследования является распределенная система теплоснабжения с независимым присоединением источников тепла и потребителей.

Цель работы – анализ существующих на сегодняшний день проблем системы теплоснабжения, поиск и рассмотрение вариантов оптимизации тепловых схем и улучшения экономических показателей работы тепловых сетей и тепловых источников (районных котельных и теплоэлектростанций) для повышения качества теплоснабжения и увеличения энергетической эффективности.

В процессе исследования проводилось анализ и сравнение схем систем теплоснабжения с независимым и зависимым присоединением источников тепла и потребителей для оценки возможности оптимального перераспределения отпуска сетевой воды между ТЭЦ и потребителем с учетом технико-экономических показателей.

В результате исследования получили обоснование выбора распределенной системы теплоснабжения с независимым присоединением источников тепла и потребителей с учетом технической и экономической стороны вопроса.

Область применения: тепловые сети и системы ГВС, центральное теплоснабжение муниципальных и городских тепловых сетей.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Теплоснабжение - обеспечение потребителей теплом [1].

Система теплоснабжения - совокупность взаимосвязанных энергоустановок, осуществляющих теплоснабжение района, города, предприятия [2].

Энергоустановка - комплекс взаимосвязанного оборудования и сооружений, предназначенный для производства или преобразования, передачи, накопления, распределения или потребления энергии [1].

Тепловая сеть - совокупность устройств, предназначенных для передачи и распределения тепла к потребителям [2].

Тепловой пункт - комплекс установок, предназначенных для преобразования и распределения тепла, поступающего из тепловой сети [2].

Абонент теплоснабжающей организации (потребитель) - предприятие, организация, территориально обособленный цех, строительная площадка, квартира, у которых приемники тепловой энергии присоединены к тепловой сети и используют тепло [2].

Теплоноситель - движущаяся среда, используемая для передачи тепла к теплосиловой установке от более нагретого тела к менее нагретому.

Централизованное теплоснабжение – теплоснабжение потребителей от источника через общую тепловую сеть [2].

Сетевая вода - специально подготовленная вода, которая используется в водяной системе теплоснабжения в качестве теплоносителя [2].

Индивидуальный тепловой пункт - тепловой пункт, предназначенный для присоединения систем теплоснабжения одного здания или его части [2].

Центральный тепловой пункт - тепловой пункт, предназначенный для присоединения систем теплоснабжения двух и более зданий [2].

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящем документе используют следующие обозначения и сокращения:

ГОСТ - государственный стандарт;

СНиП - строительные нормы и правила;

ТЭЦ - теплоэлектроцентраль;

ТП - тепловой пункт;

ЦТП - центральный тепловой пункт;

ИТП - индивидуальный тепловой пункт;

КИП – контрольно-измерительные приборы.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем документе использованы ссылки на следующие документы:

- ГОСТ 19431-84. Энергетика и электрификация. Термины и определения;
- ГОСТ 26691-85. Теплоэнергетика. Термины и определения;
- СНиП 41-02-2003 Тепловые сети;
- Приказ Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. N 115 «Об утверждении Правил технической эксплуатации тепловых энергоустановок»;
- Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2003 №1234-Р «Об энергетической стратегии России на период до 2020 года».

Оглавление

Введение.....	14
1. Обзор литературы	15
2. Объект и методы исследования	19
3. Анализ систем теплоснабжения	20
3.1.Классификация систем теплоснабжения	20
3.2.Схемы систем отопления	21
3.2.1. Схемы с присоединением потребителей	22
3.2.2. Схемы с присоединением источников тепла	29
4. Описание и обоснование выбора распределенной системы теплоснабжения с независимым присоединением источников тепла и потребителей	32
5. Современные тепловые пункты: анализ ЦТП и ИТП	43
6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	46
5.1.Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	46
5.2.Планирование и формирование бюджета научных исследований	49
5.3.Определение ресурсной эффективности исследования.....	58
6. Социальная ответственность	59
6.1.Производственная безопасность	59
6.2.Экологическая безопасность	64
6.3.Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66
6.4.Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	67
Заключение	69
Список используемых источников	70

Введение

На сегодняшний день в системах теплоснабжения городов существует некоторые проблемы, связанные с поддержанием качества и надежности работы, однако решение их может быть найдено и обосновано, исходя из значения энергетической эффективности.

Городские теплосети представляют сложные разветвленные гидравлические системы. В практике их эксплуатации основными проблемами являются недостаточный перепад давления между прямым и обратным трубопроводом, разрегулированность сети у потребителей, эксплуатацией значительной доли устаревшего оборудования, малоэффективными энергетическими установками, высокой постоянной составляющей энергопотребления.

В виду этого, на сегодня актуальными задачами являются:

- оптимизация систем теплоснабжения;
- повышение качества и энергоэффективности теплоснабжения;
- увеличение экономических показателей работы тепловых сетей и ТЭЦ.

Для решения поставленных задач в системах теплоснабжения нужны радикальные перемены, во-первых, поддержка комбинированной выработки тепло- и электроэнергии; во-вторых, четкий раздел ответственности в развитии центрального теплоснабжения сети, распределении и продаже тепловой энергии; в-третьих, возможность потребителей влиять на собственное потребление.

Начальным этапом в решении проблем теплоснабжения может непосредственно стать анализ систем теплоснабжения с точки зрения подключения источников тепла и потребителей по гидравлическим связям.

Объект и методы исследования

Объект исследования - система теплоснабжения.

Предмет исследования - присоединение источников тепла и потребителей в систему теплоснабжения.

Методы исследования – анализ и сравнение схем систем теплоснабжения с независимым и зависимым присоединением источников тепла и потребителей для оценки возможности оптимального перераспределения отпуска сетевой воды между источниками теплоснабжения и потребителями с учетом технико-экономических показателей.

Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является анализ перспективности проведенных исследований распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей, определение продолжительности работ над исследованием, а также определение финансовых затрат на его разработку и реализацию.

1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Одним из главных потенциальных потребителей результатов данного исследования могут быть муниципальные и городские службы, отвечающие за теплоснабжение населения, так как эффектом от перехода на независимые системы теплоснабжения будет улучшение качества и надежности теплоснабжения, снижение тарифа на тепловую энергию для потребителей, снижение потребления топлива.

1.2 Анализ конкурентных технических решений

Рассмотрим распределенную систему теплоснабжения с независимым присоединением источников тепла и потребителей с помощью технологии QuaD (QUality ADvisor), которая позволяет описывать качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяет принимать решение о целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

Анализ конкурентно технического решения проводим в табличной форме (таблица 1), где каждый показатель оценивается экспертным путем по 100-балльной шкале: 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 1. Оценочная карта для сравнения технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,1	100	100	1	10
2. Помехоустойчивость	0,025	1	100	0,01	0,025
3. Надежность	0,075	100	100	1	7,5
4. Унифицированность	0,05	100	100	1	5
5. Уровень материалоемкости разработки	0,025	100	100	0,01	2,5
6. Уровень шума	0,025	100	100	1	2,5
7. Безопасность	0,1	100	100	1	10
8. Потребность в ресурсах памяти	0,025	1	100	0,01	0,025
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,025	100	100	1	2,5
10. Простота эксплуатации	0,05	100	100	1	5
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,025	100	100	1	2,5
12. Ремонтопригодность	0,075	100	100	1	7,5
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
13. Конкурентоспособность продукта	0,05	100	100	1	5
14. Уровень проникновения на рынок	0,025	1	100	0,01	0,025
15. Перспективность рынка	0,05	100	100	1	5
16. Цена	0,1	1	100	0,01	0,1
17. Послепродажное обслуживание	0,05	100	100	1	5
18. Финансовая эффективность научной разработки	0,05	1	100	0,01	0,05
19. Срок выхода на рынок	0,05	1	100	0,01	0,05
20. Наличие сертификации разработки	0,025	100	100	1	2,5
Итого	1				72,775

В случае оценки конкурентной способности распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки равно $\Pi_{cp} = 72,775$, что позволяет судить о перспективности выше среднего.

1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ предназначен для выявления сильных, слабых сторон проекта, а также возможностей создаваемого проекта и его угроз.

Таблица 2. Матрица SWOT

	<p align="center"><u>Сильные стороны:</u></p> <p>1. Энергоэффективность; 2. Экологичность; 3. Экономичность</p>	<p align="center"><u>Слабые стороны:</u></p> <p>1. Низкая степень внедрения из-за большого срока окупаемости; 2. Актуально для крупных городов.</p>
<p align="center"><u>Возможности:</u></p> <p>1. Регулирование получения необходимого количества тепла потребителем; 2. Использование дешевых материалов с повышенным сроком службы.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и возможностей:</p> <p>1. снижаются потери тепла в тепловых сетях на 10-15 %;</p> <p>2. сокращаются потери сетей воды при авариях;</p> <p>3. понижаются удельные расходы топлива на производство и транспортировку тепла;</p> <p>4. снижаются «перетопы» потребителей в осенний и весенний периоды;</p> <p>5. возможно использование гибких пластиковых распределительных трубопроводов, полипропиленовых труб.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и возможностей:</p> <p>1. снижается повреждаемость тепловых сетей в 10-20 раз по сравнению с зависимой схемой;</p> <p>2. снижаются затраты на эксплуатацию котельных и тепловых сетей.</p>
<p align="center"><u>Угрозы:</u></p> <p>1. Отсутствие спроса на новые технологии; 2. Введение дополнительных государственных требований; 3. Уменьшение объёма инвестиций в модернизацию теплоэнергетической отрасли.</p>	<p>Стратегия при сопоставлении сильных сторон и угроз:</p> <p>1. применение независимых схем присоединения систем отопления абонентов к тепловым сетям является обязательным независимо от структуры, конфигурации, размеров системы централизованного теплоснабжения: когда давление в тепловой сети в статических условиях превышает допустимый уровень давлений в абонентских установках;</p> <p>2. применение независимых схем регламентируется СНиП 41-02-2003 Тепловые сети, Правила технической эксплуатации тепловых установок, Распоряжение Правительства РФ от 28.08.2003 №1234-Р «Об энергетической стратегии России на период до 2020 года».</p>	<p>Стратегия при сопоставлении слабых сторон и угроз:</p> <p>1. внедрение за счет коммерческого финансирования или как инвестиционный проект по планированию энергетического развития региона, города, поселения.</p>

По полученным результатам можно сделать вывод, что разрабатываемая технология является перспективным проектом, что свидетельствует большое количество сильных сторон и маловероятные угрозы.

2 Планирование и формирование бюджета научных исследований

2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ по исследованию темы «Анализ распределенной системы с независимым подключением источников тепла и потребителей» осуществлялась в порядке указанном в таблице 3.

Таблица 3. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Описание объекта исследования	Студент
	4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Анализ системы теплоснабжения: классификация систем, схемы систем отопления, как со стороны подключения потребителей, так и со стороны подключения источников тепла	Студент
	6	Описание и обоснование распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей	
	7	Современные тепловые пункты: сравнительный анализ ЦТП и ИТП	
Контроль и координирование проекта	8	Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	Руководитель
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности проделанной работы	Руководитель
Разработка технической документации и проектирование	10	Финансовый менеджмент проекта	Студент
	11	Вопросы экологической безопасности	
	12	Составление пояснительной записки	

2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудоемкость выполнения исследования оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Определение ожидаемого значения трудоемкости

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

где $t_{ожi}$ – 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.

Зная значение ожидаемой трудоемкости работ, находим продолжительность каждого этапа работы в рабочих днях T_p , учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{p_i} – продолжительность одной работы, раб. дн.; $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.; $Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Данные представлены в таблице 4.

2.3 Разработка графика научного исследования

График научного исследования или диаграмма Ганта – это график, на котором работы по теме раздела представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами выполнения заданных этапов работ.

Для построения графика, длительность каждого из этапов из рабочих дней следует перевести в календарные дни:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

где T_{ki} – время выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – время выполнения i -й работы в рабочих днях;

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Все рассчитанные значения сводим в таблицу 4.

Таблица 4. Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{mini} , человеко-дни		t_{maxi} , человеко-дни		$t_{\text{ожсi}}$, человеко-дни					
	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент	Руководитель	Студент
Составление и утверждение технического задания	1	–	3	–	2	–	2	–	2	–
Подбор и изучение материалов по теме	–	5	–	8	–	6	–	6	–	7
Описание объекта исследования	–	3	–	4	–	3	–	3	–	4
Календарное планирование работ по теме	1	–	2	–	1	–	1	–	1	–

Продолжение таблицы 4

Анализ системы теплоснабжения	–	7	–	10	–	8	–	8	–	10
Описание и обоснование распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей	–	4	–	5	–	4	–	4	–	5
Современные тепловые пункты: сравнительный анализ ЦТП и ИТП	–	7	–	10	–	8	–	8	–	10
Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	6	–	8	–	7	–	7	–	9	–
Оценка эффективности проделанной работы	5	–	7	–	6	–	6	–	7	–
Технико-экономические расчеты	–	6	–	8	–	7	–	7	–	9
Вопросы экологической безопасности	–	6	–	8	–	7	–	7	–	9
Составление пояснительной записки	–	5	–	7	–	6	–	6	–	7
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (руководитель)									19	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы (студент)									61	
Количество календарных дней для выполнения выпускной работы									80	

По данным таблицы 4 строится план-график реализации технической разработки, представленный в таблице 5.

Таблица 5. Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	T_{ki} кал. дн.	Продолжительность выполнения работ																	
				январь		февраль			март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	■																	
2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент	7		■																
3	Описание объекта исследования	Студент	4			■															
4	Календарное планирование работ по теме	Руководитель	1				■														
5	Анализ системы теплоснабжения...	Студент	10					■	■												
6	Описание и обоснование распределенной системы теплоснабжения с независимым подключением источников тепла и потребителей	Студент	5							■											
7	Современные тепловые пункты...	Студент	10								■	■									
8	Контроль качества выполнения проекта и консультирование студента	Руководитель	9										■								
9	Оценка эффективности проделанной работы	Руководитель	7											■							
10	Технико-экономические расчеты	Студент	9												■	■					
11	Вопросы экологической безопасности	Студент	9														■				
12	Составление пояснительной записки	Студент	7															■			

Обозначения:



- руководитель;



- студент.

2.4 Бюджет научно-технического исследования

В данном разделе будет составлен бюджет проекта, который учитывает все расходы, которые будут затрачены при выполнении проекта.

2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Рассчитаем расходы, связанные с материалами, используемыми в ходе проекта. Материальные затраты определяются как

$$Z_{\text{м}} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов; $N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида (шт., кг, м, м²); C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м²).

Таблица 6. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z _м), руб.
Бумага для принтера	упаковка	1	300	300
Бумага писчая	упаковка	1	150	150
Ручки, карандаши	штук	4	20	80
Степлер	штук	1	150	150
Скоросшиватели	штук	1	50	50
Картридж для принтера	штук	1	1900	1900
Итого				2630

2.4.2 Оплата труда исполнителей темы

Статья включает основную и дополнительную заработную плату работников, занятых выполнением НТИ, а также премии, доплаты

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника; T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.; $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.; M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;
- при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 7).

Таблица 7. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
– выходные дни	66	66
– праздничные дни		
Потери рабочего времени		
– отпуск	28	28
– невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	272	272

Месячный должностной оклад работника

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p,$$

где $Z_{мс}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.; $k_{пр}$ – премиальный коэффициент (30% от $Z_{мс}$); k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за

вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$); k_p – районный коэффициент, равный 0,3 (для Томска).

Дополнительная заработная плата является доплатой, учитывающей условия труда, отклоняющейся от нормальной, а также выплаты, которые связаны с обеспечением компенсаций, гарантий.

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн},$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (0,12 – 0,15).

Таблица 8. Расчёт оплаты труда

	Руководитель	Студент
Заработная плата по тарифной ставке, ($Z_{тс}$), тыс. руб.	15	8
Премиальный коэффициент ($k_{пр}$)	0,3	
Коэффициент доплат и надбавок ($k_{д}$)	0,15	
Районный коэффициент (k_p)	0,3	
Месячная заработная плата (Z_m), руб.	28,275	15,08
Среднедневная заработная плата ($Z_{дн}$), тыс. руб.	1,343	0,716
Продолжительность выполнения проекта (T_p), раб. дни	19	61
Основная заработная плата начисленная за выполнения проекта ($Z_{осн}$), тыс. руб	25,517	43,676
Коэффициент дополнительной заработной платы ($k_{доп}$)	0,13	
Дополнительная заработная плата исполнителей, ($Z_{доп}$), тыс. руб.	3,317	5,678
Заработная плата ($Z_{зп}$), тыс. руб.	28,834	49,354
Итого	78,188	

2.4.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном разделе будут отражены обязательные отчисления по установленным законодательством РФ нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

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

На 2016 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст. 58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2016 году вводится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 9. Отчисления во внебюджетные фонды

	Руководитель	Студент
Основная заработная плата, тыс. руб.	25,517	43,676
Дополнительная заработная плата, тыс. руб.	3,317	5,678
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Отчисления во внебюджетные фонды, тыс.руб.	7,814	13,375
Итого	21,189	

2.4.4 Формирование бюджета затрат научно-технического исследования

Для формирования итоговой величины затрат суммируются все ранее рассчитанные затраты по отдельным статьям как в отношении руководителя, так и студента.

Таблица 10. Расчет бюджета затрат НТИ

№	Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля бюджета, %
1	Материальные затраты НТИ	2,63	2,1
2	Оплата труда:		
	– Основная заработная плата	69,193	55,5
	– Дополнительная заработная плата	8,995	7,2
3	Отчисления во внебюджетные фонды	21,189	17
4	Амортизация оборудования, используемого для проектирования	22,713	18,2
5	Бюджет затрат НТИ	124,72	100

3 Определение ресурсной эффективности исследования

Ресурсоэффективность проекта определяется при помощи интегрального критерия ресурсоэффективности:

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i – весовой коэффициент разработки; b_i – бальная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 11. Оценка характеристик проекта

№	Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1	Способствует росту производительности труда пользователя	0,05	2
2	Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5
3	Безопасность	0,2	5
4	Энергосбережение	0,2	5
5	Надежность	0,2	5
6	Материалоемкость	0,15	4
	Итого	1,00	

Интегральный показатель ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = 0,05 \cdot 2 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,7.$$

Оценка ресурсоэффективности проекта, проведенная по интегральному критерию, дает высокий результат (4,7 по 5-бальной шкале), что говорит об эффективности реализации научного исследования.