

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра Теоретической и Промышленной Теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект источника теплоснабжения пос. Черемушки Республики Хакасия с использованием теплового насоса.

УДК 697.34:621.577.001.6(571.513)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Хасанович Александр Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Нагорнова Татьяна Александровна	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преп.	Кузьмина Наталья Геннадьевна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гусельников Михаил Эдуардович	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ТПТ	Кузнецов Г.В.	д.ф.-м.н., профессор		

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки теплоэнергетика и теплотехника
Кафедра теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ

(Подпись) (Дата) Кузнецов Г.В.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б13	Хасанович Александр Сергеевич

Тема работы:

Проект источника теплоснабжения пос. Черемушки Республики Хакасия с использованием теплового насоса.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3778/с от 25.05.2016

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

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>	Обеспечение теплом и горячим водоснабжением трех этажных многоквартирных домов поселка Черемушки Республики.
--	--

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>	Введение. Определение максимального теплового потока на отопление и горячее водоснабжение, расчет теплового насоса, конденсатора и испарителя выбор теплового насоса, автоматическая система регулирования узла учета тепловой энергии, социальная ответственность проекта, финансовый менеджмент, заключение.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	A1 – 6 шт.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>		
Раздел	Консультант	
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента	
Социальная ответственность	Гусельников М.Э., доцент каф. ЭБЖ	
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:		

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	12.05.2016 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Нагорнова Татьяна Александровна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б13	Хасанович Александр Сергеевич		

РЕФЕРАТ

В проекте разработана система теплоснабжения поселка Черемушки. Для обеспечения жителей поселка теплом в необходимом количестве рассмотрены климатические особенности района, рассчитана потребность в тепле в соответствии с климатическими характеристиками и нормативной документацией. По тепловым нагрузкам была рассчитана тепловая схема водогрейной котельной и рассмотрена возможность применения теплового насоса для нужд отопления поселка. На основании сравнения свойств наиболее широко применяемых в настоящее время хладагентов, было выбрано рабочее вещество хладагент R 152a, рассчитан цикл теплового насоса, и определены основные его параметры. На основании расчетов был выбран тепловой насос НТ-500.

Пояснительная записка содержит введение, одиннадцать глав, заключение, список литературы и 6 чертежей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА	9
1.1. Назначение объекта строительства	9
1.2. Географическая характеристика	9
1.3. Климатическая характеристика района работ	9
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНБЖЕНИЕ	10
3. РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ СХЕМЫ КОТЕЛЬНОЙ.....	12
4. ГРАФИК ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ.....	17
5. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ.....	19
6. ВЫБОР ХЛАДОНА.....	24
7. РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО НАСОСА	37
8. РАСЧЕТ КОНДЕНСАТОРА И ИСПАРИТЕЛЯ.....	45
8.1. Расчет конденсатора	45
8.2. Расчет испарителя	50
9. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ УЗЛА УЧЕТА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ	56
9.1. Описание оборудования узла учета тепловой энергии	52
9.2. Устройство автоматизированного теплового пункта	53
9.3. Выбор схемы регулирования объекта	57
9.4. Выбор средств измерения и аппаратуры для узла учета тепловой энергии	59
10. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	66
10.1. Расчет сметы затрат на разработку проекта.....	66
10.1.1 Затраты на материал.....	66
10.1.2 Амортизация основных фондов и нематериальных актив	66

10.1.3	Размер основной заработной платы	67
10.1.4	Социальные отчисления.....	69
10.1.5	Прочие затраты.....	69
10.1.6	Накладные расходы.....	69
10.1.7	Затраты на проект.....	69
10.1.8	Расчет экономического эффекта.....	70
11.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	73
11.1.	Производственная безопасность.....	73
11.1.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	75
11.1.2	Анализ опасных факторов	78
11.2.	Экологическая безопасность	80
11.3.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	82
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	85
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	87

Введение

В настоящее время тепловые насосы не приобрели должного распространения в нашей жизни.

Решением этой проблемы является применение бивалентной схемы отопления, при которой основную (базовую) нагрузку несет тепловой насос, а пиковые нагрузки покрываются вспомогательным источником (газовый или электродкотел).

Эффективность и выбор определенного источника тепловой энергии сильно зависят от климатических условий, особенно, если источником отбора тепла является водоем.

Тепловые насосы уместно применять непосредственно на ТЭЦ, ГРЭС, где имеются круглогодичные сбросы тепла в градирни.

Однако, если на ТЭЦ имеются сбросы тепла в атмосферу или в водоем, то можно применять тепловой насос для сверх балансовой нагрузки, непосредственно забирая тепло из обратной сетевой воды у удаленного потребителя, по цене сбросного тепла. Это означает, что если на ТЭЦ имеется сбалансированная тепловая и электрическая нагрузка, то область применения тепловых насосов возможна только в те периоды, когда нет пиковых нагрузок.

Целью работы является разработка проекта источника теплоснабжения поселка Черемушки с использованием теплового насоса.

Объектом работы является разработка системы теплоснабжения поселка Черемушки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- рассмотреть климатическую характеристику района работ;
- определить максимальный тепловой поток на нужды теплоснабжения;
- произвести тепловой расчет котельной;
- произвести подбор насосного оборудования;
- рассчитать вспомогательное оборудование;
- произвести технико-экономическое обоснование проекта.

Актуальность выбранной темы заключается в том, что область применения тепловых насосов в системе отопления и приготовления горячего водоснабжения расширяется быстрыми темпами, что связано с экономичностью данного типа насосов и способностью вовлекать новые источники, которые ранее даже не рассматривались.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

1.1. Назначение объекта строительства

Объектом строительства является источник теплоснабжения поселка Черемушки с использованием теплового насоса. Назначение объекта – обеспечение теплом поселка Черемушки.

1.2. Географическая характеристика

Поселок Черемушки расположен в Республике Хакасия и входит в состав Саяногорского городского округа на берегу реки Енисей (рис.1.1).

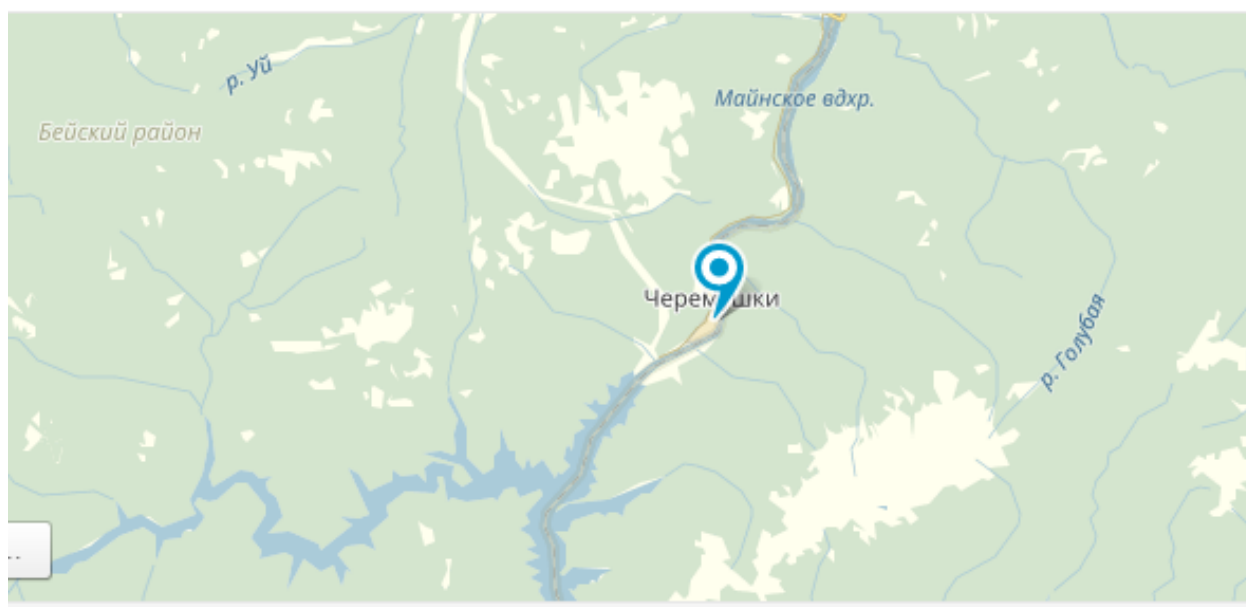


Рисунок 1.1 - Расположение поселка Черемушки в республике Хакасия

Официальное название этот населённый пункт получил в 1974 году и был основан благодаря строительству крупнейшей в России Саяно-Шушенской гидроэлектростанции. Посёлок находится в 38 километрах от города Саяногорска и в 118 километрах от города Абакан столицы Республики Хакасия.

1.3. Климатическая характеристика района работ

Территория Саяногорского городского округа расположена на стыке Саянских гор и Хакасских степей. В прибрежной части наибольшую площадь занимает таежный округ. Существенное влияние на климат в этой части района

оказывают сухие воздушные массы, поступающие с Хакасских степей и Саяно-Шушенская и Майнская ГЭС. Климат здесь умеренно континентальный. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 145 дней, который начинается с первой декады мая и продолжается до конца сентября (20-25 сентября).

Прибрежная часть округа располагается в предгорье гор Восточного Саяна и является доступной для влагонесущих масс атлантического и континентального юго-западного происхождения. Территория имеет умеренное увлажнение, мягкий и континентальный климат.

Продолжительность безморозного периода составляет 121 день, с колебаниями в отдельные годы от 100 до 137 дней.

Устойчивый снежный покров лежит около 5 месяцев. Осенний переход от вегетационного периода до установления снежного покрова длится в среднем 35 дней. Начало вегетационного периода совпадает с датой полного схода снежного покрова, что указывает на скоротечность весны.

Снежный покров достигает высоты на открытых участках – 13 см, под пологом леса - свыше 50 см. в горных массивах этот показатель достигает 1,0 метр.

Усредненная краткая характеристика климатических условий района по многолетним данным метеостанции п. Черемушки приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Краткая характеристика климатических условий Саяногорского городского округа.

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1.	Средняя продолжительность вегетационного периода, дни	145
2.	Преобладающее направление ветров	юго-западное, западное
3.	Средняя за год скорость ветров, м/сек	3,6
4.	Наибольшая глубина промерзания почвы, см	204
5.	Средняя продолжительность безморозного периода, дни	118
6.	Среднегодовое количество осадков, мм	430
7.	Средняя за год относительная влажность воздуха, %	73
8.	Максимальная за год температура воздуха, °С	34,6
9.	Минимальная за год температура воздуха, °С	-46,1
10.	Среднесуточная температура воздуха в течении вегетационного периода, °С	0,8

Средние высоты колеблются в пределах 4000-600 м н.у.м. Наивысшая точка находится в правобережной юго-восточной части района и составляет 998 м н.у.м.

Водные эрозионные процессы на территории района носят локальный характер, поскольку горная часто занята лесами. Эрозионные процессы отмечаются вдоль береговой линии Майнского водохранилища на склонах крутизной 20° и выше. Ветровая эрозия отмечается только в лесостепной части на сельхозполях, где леса носят колючный характер.

Почвенные условия на территории района довольно разнообразные. Наиболее распространенными являются почвы черноземного типа, которые в ряде случаев деградированы или сменяются черноземами на лёссовидных суглинках.

В формировании почв в горных условиях определяющее значение имеют элементы рельефа: экспозиция, крутизна склонов, вертикальная зональность. На нижних склонах сформировались серые лесные и черноземные почвы. Они отличаются достаточным плодородием, и приурочены в основном к разным травяным типам леса.

В среднем поясе горного рельефа серые лесные переходят в дерново-слабоподзолистые со щебенистыми включениями.

По механическому составу наиболее распространенными являются суглинистые почвы. По влажности наибольшая часть почв относится к свежим.

В долинах рек и по водораздельным хребтам встречаются почвы болотистого типа.

Территория Саяногорского городского округа расположена в бассейне реки Енисей (Майнское водохранилище).

Река Енисей одна из крупнейших рек мира. Его длина от истоков до устья составляет 4127 км. На территории района р. Енисей имеет протяженность 45 км. из них 25 км. Майнское водохранилище.

В левобережной части округа наибольшим притоком р. Енисей является горная речка Уй, которая в пределах района имеет протяженность около 35 км. Замерзает Уй в середине ноября, толщина ледяного покрова достигает до 1-го м., вскрытие происходит в апреле. Енисей не замерзает на протяжении 100 км. от СШГЭС до Красноярского водохранилища.

В округе имеется два форелевых хозяйства расположенных на Майнском водохранилище.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ И ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

В качестве источника низкопотенциальной теплоты для теплового насоса предполагается использовать воду реки Енисей. Согласно климатологическим данным, температура реки имеет следующие среднемесячные значения (табл. 2.1):

Таблица 2.1 - Температура воды в реке Енисей по месяцам.

январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сент.	окт.	нояб.	декабрь
+6	+6	+7	+7	+8	+10	+12	+13	+12	+9	+8	+7

Определим максимальный тепловой поток на отопление и горячее водоснабжение жилых и общественных зданий по укрупненным показателям (СНиП 2.04.07-86).

Максимальный тепловой поток на отопление жилых и общественных зданий:

$$Q_{0 \text{ MAX}} = q_0 \cdot A(1 + k_1), \text{Вт} \quad (1)$$

где $q_0 = 194 \text{ Вт}$ – укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление жилых зданий на 1 м^2 общей площади (СНиП 2.04.07-86 Приложение 2 [16]).

$A = 6600 \text{ м}^2$ – общая площадь жилых зданий.

$k_1 = 0,25$ – коэффициент учитывающий тепловой поток на отопление общественных зданий.

$$Q_{0 \text{ MAX}} = 194 \cdot 6600(1 + 0,25) = 1,60 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий:

$$Q_{\text{MAX ГВС}} = 2,4 \cdot q_n \cdot m \quad (2)$$

где $q_n=320$ – укрупненный показатель среднего теплового потока на горячее водоснабжение на одного человека (СНиП 2.04.07-86 Приложение 3 [16]).

$m=585$ – число жителей.

$$Q_{\text{МАХ ГВС}} = 2,4 \cdot 320 \cdot 585 = 0,45 \cdot 10^6 \text{ Вт}$$

На основании полученных нагрузок построим график тепловых нагрузок, для чего необходимо пересчитать максимальную тепловую нагрузку на отопление по формуле:

$$Q_0 = Q_0 \text{ МАХ} \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{Т}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{ро}}} \quad (3)$$

где $t_{\text{вн}}$ – расчетная температура воздуха внутри помещения

$t_{\text{Т}}$ – текущая температура наружного воздуха

$t_{\text{ро}}$ – расчетная наружная температура воздуха для проектирования отопления

Найдем тепловую нагрузку при температуре наружного воздуха -12^0C :

$$Q_0 = 1,60 \frac{18+12}{18+46} = 0,75 \text{ МВт}$$

Построим график тепловых нагрузок (рис. 2.1):

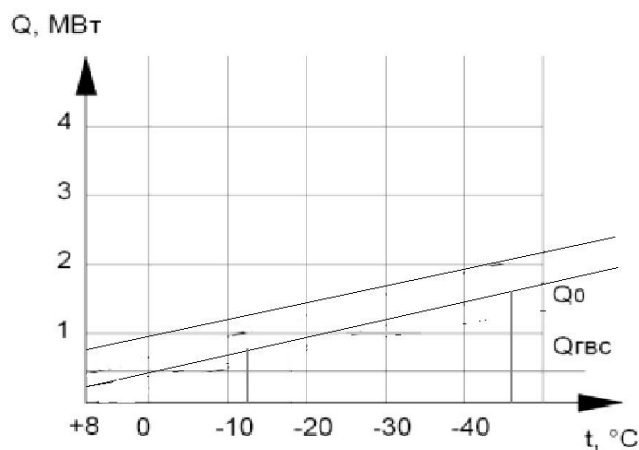


Рис 2.1 - График тепловых нагрузок.

10 .Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Планирование работы в данной работе заключается в следующем: составление перечня работ, необходимых для достижения поставленной задачи; определение участников работы; установление продолжительности работы в рабочих днях

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой должны быть использованы действующие рыночные цены, а также данные производственных и научно – исследовательских подразделений. Обычно затраты на любой вид деятельности рассчитываются по следующим элементам расходов с последующим суммированием:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды (единый социальный налог);
- амортизация основных фондов и нематериальных активов;
- накладные издержки и прочие затраты;
- прочие расходы.

Поэтапный список работ, работающие исполнители, оценка объема трудоемкости отдельных видов работ сведена в таблице 10.1

Таблица 10.1 – Перечень работ и оценки времени их выполнения

	Наименование работ	Исполнитель	Продолжительность дней
1	Подготовка исходных данных для разработки проекта	Руководитель, Инженер	2
2	Подборка данных: • По тепловому потреблению на отопление и горячее водоснабжение • Сравнение современных циклов ТНУ • Анализ возможности	Инженер	27

	применения ТНУ		
3	Выбор цикла ТНУ	Инженер	11
4	Выбор рабочего вещества: • Расчет конденсатора • Расчет испарителя	Инженер	14
5	Разработка системы автоматизации	Инженер	2
6	Разработка рабочих чертежей	Инженер	10
7	Исправление замечаний	Инженер	1
8	Проверка исправлений и замечаний.	Руководитель	3
8	Утверждение ВКР	Руководитель	1
9	Итого	Инженер	64
		Руководитель	7

10.1 Расчет сметы затрат на разработку проекта.

Затраты на проект:

$$K_{\text{ИПР}} = I_{\text{МАТ}} + I_{\text{АМ}} + I_{\text{ЗП}} + I_{\text{СО}} + I_{\text{ИПР}} + I_{\text{НР}} \quad (10.1)$$

где $I_{\text{МАТ}}$ - затраты на материал;

$I_{\text{АМ}}$ - амортизационные отчисления;

$I_{\text{ЗП}}$ - затраты на заработную плату;

$I_{\text{СО}}$ - социальные отчисления;

$I_{\text{ИПР}}$ - прочие затраты;

$I_{\text{НР}}$ - накладные расходы

10.1.1 Затраты на материал.

$$I_{\text{МАТ}} = 1300 \text{ руб.}$$

Таблица 10.2 – Расходы на этапе проектирования на материальные затраты

Наименование	Количество, шт	Цена, руб
Листы формата А4, 1 лист – 0,4 руб.	500	200
Листы формата А3, 1 лист – 1,2 руб.	20	24
Листы формата А1, 1 лист – 1,5 руб.	10	15
Итого		239

10.1.2 Амортизация основных фондов и нематериальных актив.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютер, ноутбук) и печатающее устройство (принтер), данные сведены в таблицу 10.3

Таблица 10.3.

Вид техники	Кол-во	Стоимость техники, Ц _{к.т.}	Норма амортизации, Т _{ам}	Амортизационные отчисления, И _{ам}
1. Компьютер	1	30000	20%	1315,06
2. Принтер	1	13000	20%	569,86

Амортизационные отчисления:

$$I_{AM} = \frac{T_{исп.к.т.}}{T_{кал.дн.}} \cdot Ц_{к.т.} \cdot \frac{1}{T_{ам}} \quad (10.2)$$

где $T_{ам}$ - срок службы (для компьютера, ноутбука и принтера принимаем $T_{ам} = 4$ года;

$T_{кал.дн.}$ - время использования основных фондов (в днях);

$T_{исп.к.т.}$ - использование техники в период написания ВКР (в днях).

$$I_{AM.Комп.} = \frac{64}{365} \cdot 30000 \cdot \frac{1}{4} = 1315,06 \text{ руб.}$$

$$I_{AM.Принт.} = \frac{64}{365} \cdot 13000 \cdot \frac{1}{4} = 569,86 \text{ руб.}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$\sum I_{ам.осн.} = I_{AM.Комп.} + I_{AM.Принт.} \quad (10.3)$$

$$\Sigma I_{ам.осн.} = 1315,06 + 569,86 = 1911,92 \text{ руб.}$$

10.1.3 Размер основной заработной платы.

Среднедневная заработная плата:

$$I_{факт.ЗП} = \frac{I_{мес.ЗП}}{T} \cdot n \quad (10.4)$$

где T - число рабочих дней в месяце;

n – количество фактических дней.

Исходя из данных производственного календаря:

Зарплата инженера:

$$I_{мес.ЗП}^{инж} = ЗПо \cdot K1 \cdot K2 \quad (10.5)$$

Зарплата руководителя:

$$I_{мес.ЗП}^{рук} = (ЗПо \cdot K1 + Д) \cdot K2 \quad (10.6)$$

где

$K1=1,1(10\%)$ – коэффициент, учитывающий отпуск;

$K2=1,3(30\%)$ – районный коэффициент;

$ЗПо=14500$ руб. –зарплата инженера;

$Д=2000$ руб. – доплата за интенсивность труда;

$ЗПо=16750$ руб. – зарплата научного руководителя (доцент)

Расчет зарплаты инженера и руководителя:

$$I_{мес.ЗП}^{инж} = 14500 \cdot 1,1 \cdot 1,3 = 20735 \text{ руб.}$$

$$I_{мес.ЗП}^{рук} = (16750 \cdot 1,1 + 2000) \cdot 1,3 = 26552,5 \text{ руб.}$$

Расчет фактической зарплаты за проведенную работу, принять n согласно таблице 10.1.

$$I_{факт.ЗП} = \frac{20735}{21} \cdot 64 = 63192,38 \text{ руб.}$$

• Инженер

• Руководитель

$$I_{факт.ЗП} = \frac{26552,5}{21} \cdot 7 = 8850,83 \text{ руб.}$$

10.1.4 Социальные отчисления.

Социальные отчисления рассчитываются как 30% от затрат на оплату труда ФЗП:

$$\Phi ЗП = I_{рук.ЗП} + I_{инж.ЗП} = 63192,38 + 8850,83 = 72043,21 \text{ руб.}$$

(10.7)

$$I_{CO} = \Phi ЗП \cdot 30\% = 72043,21 \cdot 0,3 = 21612,96 \text{ руб.}$$

(10.8)

10.1.5 Прочие затраты.

Прочие затраты это 10% от суммы всех предыдущих затрат:

$$I_{IP} = 0,1 \cdot (I_{MAT} + I_{AM} + I_{ЗП} + I_{CO}) \quad (10.9)$$

$$I_{IP} = 0,1 \cdot (1300 + 1911,92 + 72043,21 + 21612,96) = 9686,8 \text{ руб.}$$

10.1.6 Накладные расходы.

При работе на базе НИ ТПУ, в стоимость проекта учитываются накладные расходы, включающие в себя затраты на аренду помещений, оплату тепловой и электрической энергии, затраты на ремонт зданий и сооружений, заработную. Плату административных сотрудников и т.д. Накладные расходы рассчитываются как 200 % от затрат на оплату труда.

$$I_{НР} = 2 \cdot \sum I_{ЗП} = 2 \cdot 72043,21 = 144086,42 \text{ руб.}$$

(10.10)

10.1.7 Затраты на проект.

$$K_{IP} = I_{MAT} + I_{AM} + I_{ЗП} + I_{CO} + I_{IP} + I_{НР}$$

$$K_{IP} = 1300 + 1911,92 + 72043,21 + 21612,96 + 9686,8 + 144086,42 = 250641,31 \text{ руб.}$$

10.1.8 Расчет экономического эффекта

Таблица 5.10 – Смета затрат

Элементы затрат	Сумма затрат, руб
1 Материальные затраты	1300
2 Затраты на оплату труда	72043,21
3 Отчисления на социальные нужды	21612,96
4 Амортизация основных фондов и нематериальных активов	1911,92
5 Прочие затраты	9686,8
6 Накладные расходы	144086,42
7 Итого себестоимость разработки	250641,31

Экономические показатели

Сумма договора на тепловой насос НТ-3000 при выработке 4,873 Гкал/ч тепловой энергии:

$$C_{\text{дог}} = 24595400 \text{ руб}$$

Количество тепловой энергии, вырабатываемое тепловым насосом за год:

$$Q_{\text{год}} = T \cdot Q_0$$

где T – продолжительность отопительного периода;

Q_0 – выработка тепла тепловым насосом.

$$Q_{\text{дог}} = 5400 \cdot 4,873 = 26314,2 \text{ Гкал/год}$$

Себестоимость 1 Гкал тепла, вырабатываемой тепловым насосом:

$$C_{1\text{Гкал}} = C_{\text{эл.эн}} + C_{\text{т.р}} + C_{\text{зп}}$$

где $C_{\text{эл.эн}}$ – доля стоимости эл.энергии в стоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом;

$C_{Т.р}$ – доля стоимости текущего ремонта в стоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом;

$C_{ЗП}$ – доля стоимости з/платы в стоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом.

Количество эл. энергии, затрачиваемой на привод теплового насоса, при $\varphi = 3,05$, на выработку 1 Гкал тепла.

$$N'_E = 381,3 \text{ кВт/ч на 1 Гкал}$$

Доля стоимости эл. энергии в себестоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом:

$$C_{эл.эн} = 381,3 \cdot 0,663 = 252,8 \text{ руб на 1 Гкал}$$

Доля стоимости заработной платы в себестоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом:

$$C_{З.П} = 19,75 \text{ руб на 1 Гкал}$$

Доля стоимости ремонта в себестоимости 1 Гкал тепла, вырабатываемого тепловым насосом:

$$C_{Т.р.} = 10,21 \text{ руб на 1 Гкал}$$

Себестоимость 1 Гкал тепла, при отоплении тепловым насосом:

$$C_{1Гкал} = 252,8 + 19,75 + 10,21 = 282,76 \text{ руб на 1 Гкал}$$

Себестоимость 1 Гкал тепла, при отоплении электродкотлами:

$$C_{1Гкал} = 1163 \cdot 0,663 \cdot 0,8 = 616,8 \text{ руб на 1 Гкал}$$

Экономический эффект, получаемый при выработке 1 Гкал тепла при помощи теплового насоса, по сравнению с существующей системой отопления:

$$\mathcal{E}_{1Гкал} = 616,8 - 282,76 = 334,04 \text{ руб}$$

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_{год} = 26314,2 \cdot 334,04 = 8789928 \text{ руб}$$

Срок окупаемости проекта:

$$T = \frac{C_{дог} + C_{д}}{\mathcal{E}_{год}} = \frac{24595400 + 391000,44}{8789928} = 2,84 \text{ лет.}$$

Вывод: снижение затрат на выработку тепловой энергии при переходе от существующей системы теплоснабжения поселка, к использованию теплового насоса, а также срок окупаемости проекта, который составит $T_{ок}=3$ года.