

8. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

8.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы успешнее противостоять соперникам. При проведении данного анализа необходимо оценить сильные и слабые стороны конкурентов. Для этого составлена оценочная карта (табл. 6).

Объектом анализа является материал тепловой изоляции для трубопроводов тепловых сетей.

Для сравнения могут быть взяты два основных вида материала тепловой изоляции, которые используются в России: минеральная вата с различными защитными покрытиями и ППУ в защитной оболочке.

Таблица 6 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Надежность	0,13	4	5	0,52	0,65
2. Долговечность	0,13	3	5	0,39	0,65
3. Экологическая безопасность	0,12	4	5	0,48	0,6
4. Технологичность при изготовлении и при монтаже теплопроводов	0,11	4	5	0,44	0,55
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,11	4	4	0,44	0,44
2. Цена	0,15	5	4	0,75	0,6
3. Время прокладки	0,11	4	5	0,44	0,55
4. Потери тепла	0,14	3	4	0,42	0,56
Итого	1			3,88	4,60

При оценке качества используется два типа критериев: технические и экономические.

Веса показателей в сумме составляют 1. Баллы по каждому показателю оцениваются по пятибалльной шкале.

Конкурентоспособность конкурента К

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

где V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Полученные результаты расчета сведены в таблицу 6. В строке «Итого» указана сумма всех конкурентоспособностей по каждому из материалов тепловой изоляции для трубопроводов тепловых сетей.

Одним из важных направлений эффективности теплоснабжения в современных системах является снижение тепловых потерь в тепловых сетях. Тепловой изоляции из ППУ по сравнению с изоляцией из минеральной ваты характерно значительное снижение потерь тепла вследствие более низкого коэффициента теплопроводности.

Трубы с ППУ изоляцией являются более надежной конструкцией, которая приводит к несколько большей первоначальной стоимости тепловых сетей. Тем не менее за счет высокого качества трубопроводов затраты на их техническое обслуживание снижаются, вследствие чего стоимость тепловых сетей, приведенная к одному году эксплуатации, уменьшается по сравнению с аналогичной тепловой сетью с теплоизоляцией из минеральной ваты.

Анализ технических решений теплоизоляционных материалов показал, что наиболее эффективным и не дорогим (по показателю стоимости тепловых сетей, приведенной к одному году эксплуатации) является пенополиуретан.

В добавлении к анализу технических решений проведено сравнение теплоизоляционных материалов по физико-техническим показателям (табл. 7).

Таблица 7 – Сравнение теплоизоляционных материалов по физико-техническим показателям [14]

Показатели	Теплоизоляционный материал	
	Минеральная вата	ППУ
Плотность, $кг/м^3$	50-200	40-70

Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	0,045-0,056	0,021-0,035
Температура применения, °С	От минус 180 до 400	От минус 180 до 150
Водопоглощение, % (по массе)	10-15	2
Срок эксплуатации, год	3	40-50
Группа горючести	Не горючие	Г3, Г4

Из таблицы 7 видно, что у пенополиуретана меньшее водопоглощение по сравнению с изоляцией из минеральной ваты, то есть пенополиуретан более устойчив к влаге.

К преимуществам трубопроводов с теплоизоляцией из пенополиуретана можно отнести низкий коэффициент теплопроводности и большой срок эксплуатации.

ППУ относится к горючим веществам, но взрывобезопасен.

Ограничением в применении изоляции из пенополиуретана в тепловых сетях является температура применения, в то время как изоляция из минеральной ваты может применяться в широком диапазоне температур.

8.2 Планирование работ по проектированию тепловой сети

В данной работе проектная организация состоит из двух человек: руководитель проекта и инженер. Планирование работ позволяет распределить обязанности между исполнителями проекта, рассчитать заработную плату сотрудников, а также гарантирует реализацию проекта в срок. Последовательность и содержание работ, а также распределение исполнителей приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания на проектирование тепловой сети	Руководитель проекта
Выбор документов для проектирования	2	Проведение сбора базовой информации	Инженер
	3	Составление календарного плана проектирования теплотрассы	Руководитель проекта
Теоретические и экспериментальные исследования	4	Гидравлический расчет трубопроводов	Инженер
	5	Расчет трубопроводов на прочность	Инженер

	6	Расчет трубопроводов на компенсацию тепловых удлинений	Инженер
	7	Расчет нагрузок на опоры трубопроводов	Инженер
	8	Тепловой расчет трубопроводов	Инженер
	9	Подбор сетевых и подпиточных насосов	Инженер
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель проекта
Контроль и координирование проекта	11	Контроль качества выполнения проекта и консультирование инженеров и проектировщиков	Руководитель проекта
Разработка технической документации и проектирование	12	План трассы	Инженер
	13	Разработка технологической, структурной и функциональной схемы, схемы автоматизации, схемы продольных и поперечных разрезов труб.	Инженер
	14	Монтажная и электрическая схема	Инженер
Оформление отчета по проекту	15	Составление эксплуатационно-технической документации	Инженер
	16	Составление спецификации приборов, устройств, арматуры и других средств	Инженер

Проектирование тепловых сетей реализуется в семь этапов. Основные работы выполняются инженером проектной организации.

8.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты являются основной частью стоимости разработки проекта.

Трудоемкость выполнения проекта оценивается в человеко-днях и носит вероятностный характер.

Среднее (ожидаемое) значение трудоемкости

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{мин}i} + 2t_{\text{макс}i}}{5},$$

где $t_{\text{ож}i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы, чел.-дн..

После определения ожидаемой трудоемкости работ необходимо рассчитать продолжительность каждой из работ в рабочих днях T_p . Величина T_p учитывает параллельность выполнения этих работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

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

Результаты расчета приведены в таблице 9.

8.4. Разработка графика проведения проекта

Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором работы по разрабатываемому проекту представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Длительность каждого этапа работ из всех рабочих дней могут быть переведены в календарные дни с помощью следующей формулы

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

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

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

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

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

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.

Пример расчета для 1 этапа работ (составление и утверждение технического задания на проектирование тепловой сети)

$$t_{\text{ожі}} = \frac{3t_{\text{mini}} + 2t_{\text{maxi}}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 7}{5} = 4 \text{ чел-дней};$$

$$T_{\text{рi}} = \frac{t_{\text{ожі}}}{\text{Ч}_i} = \frac{4}{1} = 4 \text{ дня.}$$

Для шестидневной рабочей недели (для руководителя) коэффициент календарности равен

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 51 - 15} \approx 1,22;$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}} = 4 \cdot 1,22 = 4,88 \approx 5 \text{ дней.}$$

Для пятидневной рабочей недели (для инженера) коэффициент календарности равен

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 102 - 15} \approx 1,47;$$

$$T_{\text{к}} = T_{\text{р}} \cdot k_{\text{кал}} = 7 \cdot 1,47 = 10,30 \approx 10 \text{ дней.}$$

Полученные результаты расчета занесены в таблицу 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения проекта тепловых сетей

Название Работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{рi}}$		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожі}}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение технического	2		7		4		4		5	



задания на проектирование тепловой сети									
Проведение сбора базовой информации		5		10		7		7	10
Составление календарного плана проектирования теплотрассы	2		4		2,8		2,8		3
Гидравлический расчет трубопроводов		3		6		4,2		4,2	6
Расчет трубопроводов на прочность		4		7		5,2		5,2	8
Расчет трубопроводов на компенсацию тепловых удлинений		4		7		5,2		5,2	8
Расчет нагрузок на опоры трубопроводов		4		7		5,2		5,2	8
Тепловой расчет трубопроводов		3		6		4,2		4,2	6
Подбор сетевых и подпиточных насосов		2		5		3,2		3,2	5
Оценка эффективности полученных результатов	3		5		3,8		3,8		5
Контроль качества выполнения проекта и консультирование инженеров и проектировщиков	5		8		6,2		6,2		8
План трассы		10		20		14		14	21
Разработка технологической, структурной и функциональной схемы, схемы автоматизации, схемы продольных и поперечных разрезов труб.		10		15		12		12	18
Монтажная и электрическая схема		7		14		9,8		9,8	14
Составление эксплуатационно-технической документации		5		10		7		7	10
Составление спецификации приборов, устройств,		5		8		6,2		6,2	9

арматуры и других средств										
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

На основе таблицы 9 строим календарный план-график (для максимального по длительности исполнения работ).

	структурной и функциональной схемы, схемы автоматизации, схемы продольных и поперечных разрезов труб.																		
14	Монтажная и электрическая схема	Инженер	14																
15	Составление эксплуатационно-технической документации	Инженер	10																
16	Составление спецификации приборов, устройств, арматуры и других средств	Инженер	9																

Обозначения:

	Руководитель
	Инженер

На основе данных графика (табл. 10) можно сделать вывод, что продолжительность работ по проектированию тепловых сетей займет 15 декад. Начало разработки проекта придется на вторую декаду февраля и закончится первой декадой июля.

Значение реальной продолжительности работ может быть как меньше (при благоприятных обстоятельствах) посчитанного значения, так и больше (при неблагоприятных обстоятельствах), так как трудоемкость носит вероятностный характер.

Длительность выполнения проекта в календарных днях равна

- 21 день (длительность выполнения проекта руководителем);
- 123 дня (длительность выполнения проекта инженером).

8.5 Бюджет затрат на проектирование

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат

- материальные затраты проекта;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

8.5.1 Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, покупные материалы, канцелярские принадлежности, картриджи и т.п.

Таблица 12 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы Z_m , руб.
Краска для принтера	шт.	1	550	550
Бумага для принтера формата А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Итого, руб.				1135

В сумме материальные затраты составили 1135 рублей. Цены взяты средние по городу Томску.

8.5.2 Основная заработная плата исполнителей проекта

Статья включает в себя основную заработную плату $Z_{осн}$ и дополнительную заработную плату $Z_{доп}$

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}.$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20 % от $Z_{осн}$.

Основная заработная плата руководителя (инженера)

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, *раб.дн.* (табл. 9);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, *руб.*

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, *руб.*;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 28 *раб.дней* $M=11$ месяцев, 5-дневная неделя;

при отпуске в 56 *раб.дней* $M=10$ месяцев, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, *раб.дн.*.

Месячный должностной оклад работника:

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

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, *руб.*;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

8.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей проекта

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Оклады взяты в соответствии с занимаемыми должностями ТПУ.

Расчет заработной платы руководителя (шестидневная рабочая неделя)

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{51285 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 2110,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2110,5 \cdot 16,8 = 35456,3 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 35456,3 = 4786,6 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя)

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 1657,5 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1657,5 \cdot 83,2 = 137904 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,135 \cdot 17316 = 137904 \text{ руб.}$$

Результаты расчета по заработной плате всех исполнителей проекта приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнитель проекта	Z_{TC} , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_M , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$, руб.	Итого, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2110,5	16,8	35456,3	0,135	4786,6	40242,9
Инженер	17000				33150	1657,5	83,2	137904		18617,0	156521,0

В результате данных расчетов посчитана основная заработная плата у исполнителей проекта. Из таблицы 13 видно, что ставка руководителя наибольшая, но итоговая основная заработная плата получилась наибольшей у инженера, так как основная заработная плата зависит от длительности работы проекта.

8.6.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством Российской Федерации нормы органов государственного

социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды

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

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

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %.

В таблице 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	35456,3	4786,6
Инженер	137904	18617,0
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель проекта	12072,9	
Инженер	46956,3	

8.5.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей 1} \div 4) \cdot k_{\text{нр}},$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16 %.

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{м}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16;$$

$$Z_{\text{накл}} = (1135 + 173360,3 + 23403,6 + 59029,2) \cdot 0,16 = 41108,5 \text{ руб.}$$

8.6 Формирование затрат на проектирование

Определение бюджета затрат на проект приведено в таблице 15.

Таблица 15 – Бюджет затрат на проектирование тепловой сети

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	1135	0,38
2. Затраты по основной заработной плате	173360,3	58,17
3. Затраты по дополнительной заработной плате	23403,6	7,85
4. Отчисления во внебюджетные фонды	59029,2	19,81
5. Накладные расходы	41108,5	13,79
Бюджет затрат на проектирование	298036,6	100

Бюджет всех затрат проекта равен 298036,6 рублей. Наибольший процент бюджета составляет основная заработная плата (58,17 %).

8.7 Определение капиталовложений в тепловую сеть

Капиталовложения в тепловую сеть

$$K_{вл} = C_{тр} \cdot (1 + \alpha_{тр}) + Z_{монт},$$

где $C_{тр}$ – цена материала, руб;

$Z_{монт}$ – стоимость монтажных работ, руб.

Цена материала складывается из цены трубы и цены изоляции

$$C_{тр} = C_{трубы} + C_{из} \cdot L_{мс},$$

где $C_{трубы}$ – цена одного погонного метра трубы, руб/м.

По [24] цена трубы за 1 м составляет 63250 руб. Зная, что вес 1 м трубы 157,8 кг, 1 труба длиной 11,5 м, следовательно, 6,34 м трубы в 1 т. На тепловую трассу длиной 31000 м требуется 4891,8 т, и соответственно,

$$C_{трубы} = 309406350 \text{ руб};$$

$C_{из}$ – цена изоляции для одного погонного метра трубы, $C_{из} = 15400 \text{ руб / м}$ [25];

$L_{мс}$ – длина всей тепловой сети (подающего и обратного трубопровода),

$$L_{мс} = 31000 \text{ м}.$$

$$C_{тр} = 309406350 + 15400 \cdot 31000 = 786806350 \text{ руб}.$$

Стоимость монтажных работ

$$Z_{\text{монт}} = C_{\text{монт}} \cdot L_{\text{мс}},$$

где $C_{\text{монт}}$ – цена работы по монтажу одного погонного метра тепловой трассы,

$$C_{\text{монт}} = 15000 \text{ руб} / \text{м} [26].$$

$$Z_{\text{монт}} = 15000 \cdot 31000 = 465000000 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{вл}} = 115964800 \cdot (1 + 0,15) + 465000000 = 1798595200 \text{ руб.}$$

Таблица 11 – Капиталовложения в тепловую сеть

Наименование затрат	Цена, руб.
Стоимость труб	309406350
Стоимость изоляции	477400000
Стоимость монтажных работ	465000000
Стоимость проектирования	298036,6
Итого, $K_{\text{вл}}$	1798595200

8.8 Определение эксплуатационных издержек

Эксплуатационные ежегодные издержки

$$И = Z_{\text{рем}} + Z_{\text{зн}} \cdot (1 + \alpha_{\text{сс}}) \cdot (1 + \alpha_{\text{дон}}) + Z_{\text{перек}} + Z_{\text{ам}} + Z_{\text{пот}},$$

где $Z_{\text{рем}}$ – затраты на ремонт теплотрассы, руб/год;

$Z_{\text{зн}}$ – затраты на обслуживание, руб/год;

$\alpha_{\text{сс}}$ – отчисления на социальное страхование, $\alpha_{\text{сс}} = 0,3$;

$\alpha_{\text{дон}}$ – отчисления на дополнительную заработную плату, $\alpha_{\text{дон}} = 0,2$;

$Z_{\text{перек}}$ – затраты на перекачку теплоносителя через тепловую сеть, руб/год;

$Z_{\text{ам}}$ – амортизационные отчисления, руб/год;

$Z_{\text{пот}}$ – потери тепла в трубопроводах, руб/год.

Затраты на ремонт теплотрассы

$$Z_{\text{рем}} = C_{\text{рем}} \cdot L_{\text{мс}},$$

где $C_{\text{рем}}$ – цена ремонта одного метра теплотрассы, руб/год·м.

$$Z_{\text{рем}} = 7000 \cdot 31000 = 217000000 \text{ руб} / \text{год.}$$

Затраты на обслуживание

$$Z_{\text{зн}} = 12 \cdot n \cdot Z_{\text{зн1}},$$

где n – количество человек обслуживающих теплотрассу, к ним относятся 4 слесаря тепловых сетей и 4 слесаря КИПиА. Принимаем $n = 8$;

$Z_{зн}$ – средняя заработная плата одного человека, руб/мес. Средняя заработная плата персонала, обслуживающего теплотрассу по Томской области на 2017 год составляет 29500 руб/мес.

$$Z_{зн} = 12 \cdot 8 \cdot 29500 = 2832000 \text{ руб / год.}$$

Значительной статьёй эксплуатационных расходов в водяных тепловых сетях являются затраты на перекачку теплоносителя. Эта часть расходов включает в себя стоимость электроэнергии, расходуемой на привод сетевых насосов.

Расход теплоносителя в течение года зависит от тепловой нагрузки района теплоснабжения (отопительный и неотопительный период), поэтому затраты на перекачку теплоносителя составляют сумму ежегодных издержек на перекачку теплоносителя в отопительный и неотопительный период

$$Z_{перек} = Z_{перек}^{от} + Z_{перек}^{неот}$$

Затраты на перекачку теплоносителя в отопительный период

$$Z_{перек}^{от} = \frac{G_d \cdot \Delta P \cdot h_{от}}{\rho \cdot \eta_{н.у.}} \cdot C_{ЭН} \cdot 10^{-3},$$

где G_d – расход сетевой воды в отопительный период, кг/с;

ΔP – потеря напора в трубопроводах, Па;

$h_{от}$ – число часов работы сетевых насосов в отопительный период, $h = 5664$ ч

;

ρ – плотность воды, кг/м³;

$\eta_{н.у.}$ – КПД насосной установки, который определяется как произведение КПД насоса η_n на КПД электродвигателя $\eta_{эд}$. Для средних условий: $\eta_{н.у.} = 0,6 - 0,7$.

$C_{ЭН}$ – тариф на электроэнергию, $C_{ЭН} = 3,25$ руб / кВт·ч [27].

$$Z_{перек}^{от} = \frac{412,1 \cdot 399981 \cdot 5664}{951 \cdot 0,65} \cdot 3,25 \cdot 10^{-3} = 4908567 \text{ руб / год.}$$

Затраты на перекачку теплоносителя в неотопительный период

$$Z_{перек}^{неот} = \frac{G_{h\max}^s \cdot \Delta P \cdot h_{неот}}{\rho \cdot \eta_{н.у.}} \cdot Ц_{ЭН} \cdot 10^{-3},$$

где $G_{h\max}^s$ – расход сетевой воды в неотапительный период, $кг/с$;

$h_{неот}$ – число часов работы сетевых насосов в неотапительный период,

$h = 2760$ ч.

$$Z_{перек}^{неот} = \frac{286,1 \cdot 399981 \cdot 2760}{951 \cdot 0,65} \cdot 3,25 \cdot 10^{-3} = 1660565 \text{ руб} / \text{год}.$$

Тогда затраты на перекачку теплоносителя составляют

$$Z_{перек} = 4908567 + 1660565 = 6569132 \text{ руб} / \text{год}.$$

Амортизационные отчисления

$$Z_{ам} = P_{ам} \cdot K_{вл},$$

где $P_{ам}$ – норма амортизации, 1/год

$$P_{ам} = \frac{1}{n_{ам}},$$

где $n_{ам}$ – срок амортизации, год. Сеть тепловая магистральная относится к пятой амортизационной группе, $n_{ам} = 7 - 10$ лет.

$$P_{ам} = \frac{1}{10} = 0,1.$$

$$Z_{ам} = 0,1 \cdot 1369827303 = 136982730 \text{ руб} / \text{год}.$$

Потери тепла в трубопроводах

$$Z_{ном} = Q_{ном} \cdot Ц_{ТЭ},$$

где $Q_{ном}$ – тепловые потери в год, $Гкал/год$

$$Q_{ном} = (q_L^{под} + q_L^{обр}) \cdot l,$$

где $q_L^{под}$, $q_L^{обр}$ – удельные тепловые потери в подающем и обратном трубопроводе соответственно, $Вт/м$

$$Q_{ном} = (115,3 + 68,4) \cdot 15500 = 2847350 \text{ Вт};$$

$$Q_{ном} = 21447 \text{ Гкал} / \text{год};$$

$Ц_{ТЭ}$ – тариф на тепловую энергию, $Ц_{ТЭ} = 1590,46 \text{ руб} / \text{Гкал}$ [27].

$$Z_{nom} = 21447 \cdot 1590,46 = 34110596 \text{ руб / год.}$$

Тогда эксплуатационные ежегодные издержки равны

$$I = 217000000 + 2832000 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 + 0,2) + 6569132 + 136982730 + 34110596 = 399080378 \text{ руб / год.}$$

Прочие затраты. К прочим затратам относятся затраты, платежи, налоги, сборы и другие обязательные отчисления, производимые в соответствии с установленным законодательством порядком.

Прочие затраты составляют 5 % от суммы предыдущих

$$Z_{np} = I \cdot 0,05 = 399080378 \cdot 0,05 = 19954019 \text{ руб / год.}$$

Тогда эксплуатационные ежегодные издержки с учетом прочих затрат равны

$$I^* = I + Z_{np} = 399080378 + 19954019 = 419034397 \text{ руб / год.}$$

Таблица 16 – Эксплуатационные ежегодные издержки

Наименование затрат	Цена, руб./год
Затраты на ремонт теплотрассы, $Z_{рем}$	217000000
Затраты на обслуживание, $Z_{зн}$	4417920
Затраты на перекачку теплоносителя через тепловую сеть, $Z_{перек}$	6569132
Амортизационные отчисления, $Z_{ам}$	136982730
Потери тепла в трубопроводах, $Z_{ном}$	34110596
Прочие затраты, Z_{np}	19954019
Итого, I^*	419034397

8.9 Ресурсоэффективность

Определение ресурсоэффективности происходит на основе интегрального показателя ресурсоэффективности

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

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент проекта;

b_i – бальная оценка проекта, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 17 – Сравнительная оценка характеристик разрабатываемого проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки
1. Безопасность	0,2	5
2. Надежность	0,2	5
3. Долговечность	0,2	5
4. Удобство в эксплуатации	0,15	4
5. Технологичность	0,15	4
6. Энергоэкономичность	0,1	3
Итого	1,00	4,33

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,1 \cdot 3 = 4,5.$$

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентных технических решений, с помощью которого выбран наиболее эффективный и недорогой материал тепловой изоляции для трубопроводов тепловых сетей, а именно пенополиуретан.

Построен календарный план–график проведения работ по проектированию тепловых сетей каждого из исполнителей проекта. Общее количество дней на выполнение проектных работ составляет 144 дня. Затраты на проектирование составили 298036,6 руб.

Бюджет затрат проекта равен 1798 млн. рублей.

Показатель ресурсоэффективности по пятибалльной шкале равен $I_p = 4,5$, что говорит об эффективной реализации работ по проектированию тепловых сетей.

На основании полученных результатов данного раздела делаем вывод о том, что работа по проектированию тепловых сетей является экономически целесообразной и успешной.