

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

Институт Электронного обучения
Направление подготовки Промышленная теплоэнергетика
Кафедра Теоретической и промышленной теплотехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Реконструкция системы отопления Центра культуры ТГУ в г. Томске.

УДК 697.31-048.37:725.8

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Горлов Николай Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бульба Е. Е.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кузьмина Н. Г.			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Василевский М. В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Теоретической и промышленной теплотехники	Кузнецов Г.В.	профессор, д.ф.-м.н.		

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>	
P2	Эффективно работать индивидуально и в коллективе, в том числе междисциплинарном, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач.
P3	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности с соблюдением правовых, социальных, экологических и культурных аспектов.
P6	Осознавать необходимость и демонстрировать способность к самостоятельному обучению в течение всей жизни, непрерывному самосовершенствованию в инженерной профессии, организации обучения и тренинга производственного персонала.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P7	Применять базовые математические, естественнонаучные, социально-экономические знания в профессиональной деятельности в широком (в том числе междисциплинарном) контексте в комплексной инженерной деятельности в производстве тепловой и электрической энергии.
P9	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных разработок объектов производства тепловой и электрической энергии, выполнять комплексные инженерные проекты с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом нормативных документов, экономических, экологических, социальных и других ограничений.
P10	Проводить комплексные 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 базовых и специальных знаний и современных методов.
P11	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 на основе АСУТП; использовать инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений.
<i>Профессиональные компетенции</i>	
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 Электронного обучения
Направление подготовки Промышленная теплоэнергетика
Кафедра Теоретической и промышленной теплотехники

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ТПТ
_____ Кузнецов Г.В. _____
(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломного проекта

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б1	Горлов Николай Владимирович

Тема работы:

**Реконструкция системы отопления Центра культуры ТГУ
в г. Томске.**

Утверждена приказом директора (дата,
номер)

№ 3565/с от 22. 05. 2017

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2017 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(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.).

План ТГУ, климатические характеристики района проектирования, рекомендации по реконструкции системы отопления

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Строительные и климатические характеристики здания 2. Определение расчетных нагрузок на отопление Центра культуры 3. Установка панелей лучистого отопления в актовом зале центра культуры 4. Обоснование перехода от зависимой к независимой схеме системы отопления 5. Регулирование температуры теплоносителя в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха 6. Система автоматизации теплового пункта при независимом присоединении
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>План подвала –А1. План 1 этажа –А1. План 2 этажа – А1. План третьего этажа – А1. Принципиальная схема теплового пункта(зависимая схема) – А2. Принципиальная схема теплового пункта(независимая схема)-А2. Теплообменник системы отопления-А2</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>		
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>	
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Кузьмина Н.Г., ст. преп. каф. менеджмента</p>	
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Василевский М. В. к.т.н.</p>	
<td></td>		
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>		
<td></td>		
<td></td>		
<td></td>		

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>14.02.2017 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель:

<p style="text-align: center;">Должность</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Ученая степень, звание</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>		
<p>доцент</p>	<p>Бульба Е. Е.</p>	<p>к.т.н.</p>	<td></td>		<td></td>	

Задание принял к исполнению студент:

<p style="text-align: center;">Группа</p>	<p style="text-align: center;">ФИО</p>	<p style="text-align: center;">Подпись</p>	<p style="text-align: center;">Дата</p>		
<p>3-5Б2Б1</p>	<p>Горлов Николай Владимирович</p>	<td></td>		<td></td>	

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группы	ФИО
3-5Б2Б1	Горлову Николаю Владимировичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.01_Теплоэнергетика и теплотехника

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Должностной оклад научного руководителя - 19500 руб. Должностной оклад инженера – 17000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизации – 20%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка по отчислениям во внебюджетные фонды – 30% от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Планирование НИР
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Смета затрат на проектирование
3. Определение ресурсной(ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Расчет капитальных затрат на оборудование. Расчет экономического эффекта от реконструкции системы отопления

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2017
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Кузьмина Н.Г.			10.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Горлов Н.В.		10.03.2017

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-5Б2Б1	Горлову Николаю Владимировичу

Институт	Электронного обучения	Кафедра	ТПТ
Уровень образования	Бакалавриат	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	Система отопления Центра культуры ТГУ – двухтрубная с нижней разводкой, подключение по независимой схеме, в актовом зале – панели лучистого отопления, температурный график 95/65 °С
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных опасных и вредных факторов при разработке и эксплуатации теплового пункта системы отопления Центра культуры ТГУ</p> <p>1.2. Разработка средств защиты от опасных и вредных производственных факторов</p>	<ul style="list-style-type: none"> - параметры микроклимата - освещение - производственный шум; - запыленность; - температура открытых поверхностей - определение категории работ; - пожаробезопасность - защита персонала от поражения электрическим током
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<ul style="list-style-type: none"> - формирование личного отношения к проблемам деградации окружающей среды
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях</p>	<ul style="list-style-type: none"> - разработка превентивных мер защиты персонала от поражения электрическим током; - расчет защитного заземления электрооборудования
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности</p>	<ul style="list-style-type: none"> - определение категории помещения по взрыво- и пожароопасности; - определение степени огнестойкости ограждающих конструкций

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2017
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Василевский М.В.	к.т.н.		10.03.2017

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5Б2Б1	Горлов Н.В.		10.03.2017

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 80 страниц, 15 рисунков, 16 таблиц, 35 источников, 1 приложения.

Ключевые слова: система отопления, зависимая система, независимая система, тепловой пункт, отопительный прибор, система автоматизации

Объектом исследования является система отопления Центра культуры ТГУ, расположенного по адресу г. Томск, Проспект Ленина, 36а. здание имеет 3 этажа и подвальное помещение.

Цель работы – реконструкция системы отопления Центра культуры с установкой в актовом зале панелей лучистого отопления. Также планируется внедрение независимой системы теплоснабжения вместо существующей зависимой.

В процессе исследования изучены характеристики ограждающих конструкций здания, климатические характеристики района проектирования.

В результате исследования произведен расчет теплопотерь здания, определены расчетные нагрузки системы отопления, подбор оборудования лучистого отопления актового зала, приведено обоснование перехода от зависимой к независимой схеме системы отопления, произведен расчет регулирования температуры теплоносителя в системе отопления в зависимости от температуры наружного воздуха, разработана система автоматизации теплового пункта при независимом присоединении

Степень внедрения: реконструкция системы отопления находится на стадии проектирования

Область применения: проект рекомендуется внедрить на существующем объекте – Центре культуры ТГУ

Экономическая эффективность/значимость работы – экономия тепловой энергии за счет перехода на независимую схему теплоснабжения и применения современных средств автоматизации, улучшение параметров микроклимата в помещении актового зала

Нормативные ссылки

ГОСТ Р 1.5 - 2012 Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. 1 (правила построения, изложения, оформления и обозначения).

ГОСТ 2.104 - 2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

ГОСТ 2.105 - 95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.106 - 96 Единая система конструкторской документации. Текст-вые документы.

ГОСТ 2.301 - 68 Единая система конструкторской документации. Форматы.

ГОСТ 2.316 - 2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц.

ГОСТ 2.721 - 74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.

ГОСТ 3.1102 - 2011 Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов.

ГОСТ 3.1105 - 2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения.

ГОСТ 7.0.5 - 2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка.

ГОСТ 7.1 - 2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание.

ГОСТ 7.9 - 95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.

ГОСТ 7.32 - 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчетно научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.

ГОСТ 8.417 - 2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.

ГОСТ 19.106 - 78 Единая система программной документации. Требования к программным документам, выполненным печатным способом.

ГОСТ 23838 - 89 Здания предприятий.

ГОСТ 24.303 - 80 Система технической документации на АСУ. Обозначения условные графические технических средств.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	13
1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ.....	15
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ ЦЕНТРА КУЛЬТУРЫ.....	16
2.1. Теплотехнический расчет наружных стен.....	16
2.2. Теплотехнический расчет окон.....	18
2.3. Теплотехнический расчет наружных дверей.....	18
2.4. Теплотехнический расчет пола над неотапливаемым подвалом.....	19
2.5. Теплотехнический расчет кровли.....	22
2.6. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции помещений.....	23
3. УСТАНОВКА ПАНЕЛЕЙ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В АКТОВОМ ЗАЛЕ ЦЕНТРА КУЛЬТУРЫ.....	27
4. ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ОТ ЗАВИСИМОЙ К НЕЗАВИСИМОЙ СХЕМЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	32
4.1. Подбор теплообменного оборудования.....	33
4.2. Подбор циркуляционного насоса системы отопления.....	35
5. РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА.....	39
6. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ПРИ НЕЗАВИСИМОМ ПРИСОЕДИНЕНИИ.....	42

6.1. Автоматический регулятор температуры.....	43
6.2. Датчики температуры.....	45
6.3. Регулирующий клапан с электроприводом.....	46
6.4. Учет тепла.....	47
7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	50
7.1. Планирование НИР.....	50
7.2. Смета затрат на проект.....	51
7.2.1. Материальные затраты.....	52
7.2.2. Затраты на оплату труда.....	52
7.2.3. Отчисления на социальные нужды.....	54
7.2.4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов.....	54
7.2.5. Прочие затраты.....	55
7.2.6. Накладные расходы.....	56
7.3. Смета затрат на оборудование.....	56
7.4. Расчет экономического эффекта от реконструкции системы отопления..	58
8. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	65
8.1. Общие положения. Анализ источников опасности в тепловом пункте....	65
8.2. Анализ условий труда и меры защиты.....	68
8.3. Определение категории работ.....	74
8.4. Пожаробезопасность.....	74
8.5. Защита персонала от поражения электрическим током.....	75
8.6. Расчет сопротивления защитного заземления электрооборудования.....	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	81

ВВЕДЕНИЕ

Объектом исследования выпускной квалификационной работы является система отопления Центра культуры ТГУ, расположенного по адресу г.Томск, Проспект Ленина, 36а. здание имеет 3 этажа и подвальное помещение.

Целью работы является реконструкция системы отопления Центра культуры с установкой в актовом зале панелей лучистого отопления. Также планируется внедрение независимой системы теплоснабжения вместо существующей зависимой.

В настоящее время в Российской Федерации на высшем уровне поставлена задача повышения энергоэффективности.

Основополагающими документами по развитию энергоэффективности являются Указ Президента №889(от 2008 г.), Федеральный закон № 261 (2009 г.), и Госпрограмма по Постановлению Правительства №2446-р (2010 г.). Из данных документов следует, что объекты любого назначения как объекты экономики, должны иметь в перспективе развитую энергоэффективность.

Актуальность темы работы подтверждает тот факт, что существующая двухтрубная система отопления не позволяет обеспечить нормируемые параметры микроклимата в помещениях большого объема, в частности в актовом зале. Кроме того, переход на независимую схему теплоснабжения с применением современных средств автоматизации теплового пункта позволит экономить тепловую энергию.

Для реализации поставленной цели планируется решение следующих задач:

- теплотехнический расчет ограждающих конструкций здания;
- расчет тепловых потерь с учетом инфильтрации в здании в целом;
- подбор оборудования панельного отопления;

- разработка схемы теплового пункта для независимой системы теплоснабжения;
- подбор оборудования для перехода на независимую схему;
- подбор оборудования для автоматизации теплового пункта;
- расчет экономической эффективности реконструкции системы отопления.

1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗДАНИЯ

Район строительства: г. Томск

Назначение здания: общественное,

Число этажей: 3 этажа,

Ориентация главного фасада: Ю,

Наличие технического этажа: нет,

Наличие подвала: есть.

Основные климатические параметры района расположения коттеджа приведем в таблице 1. За расчетную температуру для проектирования систем отопления принимается температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 согласно [1]. Температура начала-конца отопительного периода принимается равной +10 °С, т.к. температура наиболее холодной пятидневки ниже -30 °С.

Таблица 2 – Климатическая характеристика района постройки[1]

Величина	Значение
Средняя температура наиболее холодной пятидневки	-39 °С
Средняя температура отопительного периода	-6,8°С
Отн. влажность наружного воздуха для самого холодного месяца	78%
Расчетная скорость ветра для холодного периода года	2,4 м/с
Продолжительность отопительного периода	249 сут

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАГРУЗОК НА ОТОПЛЕНИЕ ЦЕНТРА КУЛЬТУРЫ

2.1. Теплотехнический расчет наружных стен

Коэффициент теплопередачи ограждения определяется по формуле[2]

$$K = \frac{1}{R_{\text{о.пр}}}, \quad (1)$$

где $R_{\text{о.пр}}$ – приведенное сопротивление теплопередаче ограждения, $\frac{\text{К} \times \text{м}^2}{\text{Вт}}$.

$$R_{\text{о.пр}} = R_{\text{в}} + R_{\text{к}} + R_{\text{н}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{н}}}, \quad (2)$$

где $R_{\text{в}}, R_{\text{н}}$ – сопротивление теплообмену на внутренней и наружной поверхностях ограждения, $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$;

$R_{\text{к}}$ – термическое сопротивление материальных слоев ограждающей конструкции, $\frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$;

$\alpha_{\text{в}}, \alpha_{\text{н}}$ – коэффициенты теплообмена на внутренней и наружной поверхностях ограждения, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}$;

δ_i – толщина слоя материала в ограждении, м;

λ_i – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, $\frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$

Характеристики слоев[2]:

1. Сплошной силикатный кирпич (ГОСТ 379-79):

$$\delta_1 = 0,12 \text{ м} \quad \lambda_1 = 0,76 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$$

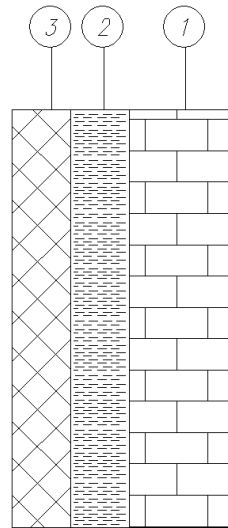
2. Пенополистирол:

$$\delta_2 = 0,05 \text{ м} \quad \lambda_2 = 0,029 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$$

2. Газосиликат:

$$\delta_2 = 0,4 \text{ м}$$

$$\lambda_2 = 0,21 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$$



- 1 - сплошной газосиликатный кирпич
- 2 - пенополистирол
- 3 - газосиликат

Рисунок 1- Конструкция наружной стены

Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций из условий энергосбережения, $R_{\text{норм}}$, $\text{м}^2 \text{°C/Вт}$, принимаем в зависимости от численного значения градусо-суток отопительного периода (ГСОП), которое определяется по формуле[2]:

$$ГСОП = (t_B - t_{\text{от.пер.}}) \cdot Z_{\text{от.пер}} = (22 + 6,8) \cdot 249 = 7171,2 \text{ °C} \cdot \text{сут} \quad (3)$$

$t_{\text{от.пер.}}$, $Z_{\text{от.пер}}$ - средняя температура, °C , и продолжительность, сут, периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 10°C .

При несовпадении численного значения ГСОП с приведенным в таблице, значения $R_{\text{норм}}$ определяем интерполяцией

$$R_{\text{норм}} = 0,0003 \cdot 7171,2 + 1,2 = 3,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Фактическое сопротивление теплопередаче:

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,21} + \frac{0,1}{0,029} + \frac{0,12}{0,76} + \frac{1}{23} = 3,95$$

Данное значение больше нормируемого сопротивления теплопередаче.

Фактический коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{3,95} = 0,253 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°C})$$

2.2. Теплотехнический расчет окон

Для конструкций окон центра культуры принимаем сопротивление теплопередаче для одинарного остекления $R_{\text{о.о.}}=0,38 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ и $R_{\text{д.о.}}=0,51 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ для двойного остекления.

Коэффициент теплопередачи одинарного и двойного остекления соответственно[2]:

$$K_{\text{о.о.}} = \frac{1}{R_{\text{о.о.}}} = \frac{1}{0,38} = 2,63 \cdot \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

$$K_{\text{д.о.}} = \frac{1}{R_{\text{д.о.}}} = \frac{1}{0,51} = 1,96 \cdot \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

2.3. Теплотехнический расчет наружных дверей

Сопротивление теплопередаче для дверей определяют как:

$$R_{\text{дв}}(R_{\text{вор}}) = 0,6 \times R_{\text{н.с.}}, \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}} \quad (4)$$

Сопротивление теплопередаче для дверей основного помещения:

$$R_{\text{дв}}(R_{\text{вор}}) = 0,6 \times 3,95 = 2,37 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

2.4. Теплотехнический расчет пола над неотапливаемым подвалом

Таблица 2 - Характеристики материалов перекрытия над подвалом [2]

N п/п	Наименование материала	δ , м	λ , Вт/(м °С)
1	Стяжка из цементно-песчаного раствора	0,1	0,76
2	Маты из стеклянного штапельного волокна «URSA» 25 кг/м ³	0,15	0,043
3	Пустотные железобетонные плиты	0,12	-

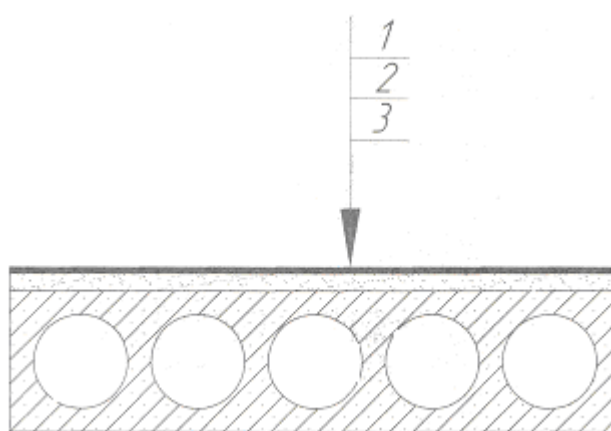


Рисунок 2- Конструкция перекрытия над подвалом

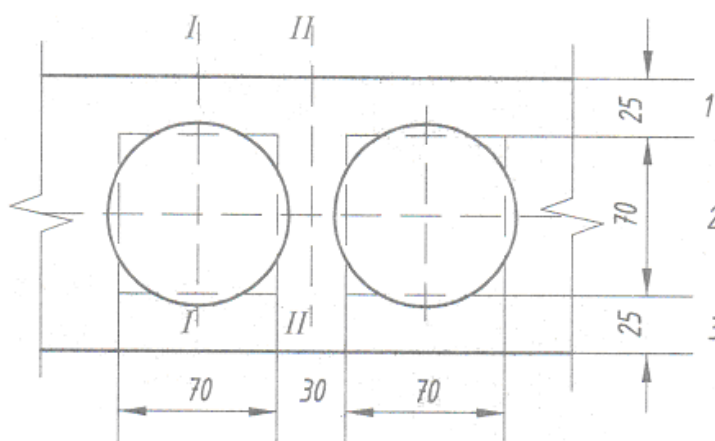


Рисунок 3 - Схема пустотной железобетонной плиты

Находим сопротивление пустотной железобетонной плиты. Для этого круглые отверстия-пустоты панели заменяем равновеликими по площади квадратными с одной стороны:

$$a = \sqrt{\frac{\pi \times d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3,14 \times 0,08^2}{4}} = 0,07 \text{ м} \quad (5)$$

Термическое сопротивление плиты в направлении, параллельном движению теплового потока, вычисляем для двух характерных сечений [3]:

для сечения I-I (два слоя железобетона толщиной 0,025 м с $\lambda = 1,92 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}}$ и воздушная прослойка толщиной 0,07 м)

$$R_I = 2 \times \frac{0,025}{1,92} + 0,18 = 0,206 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

где $R_{\text{в.п.}} = 0,18 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$ - термическое сопротивление замкнутой горизонтальной воздушной прослойки.

для сечения II-II (толщина глухой части плиты 0,12 м)

$$R_{II} = \frac{0,12}{1,92} = 0,0625 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

По формуле:

$$R_{II} = \frac{\frac{F_I + F_{II} + \dots + F_n}{R_I + R_{II} + \dots + R_n}}{\frac{F_I}{R_I} + \frac{F_{II}}{R_{II}} + \dots + \frac{F_n}{R_n}} \quad (6)$$

$$R_{II} = \frac{\frac{0,08 + 0,03}{0,08} + \frac{0,03}{0,03}}{\frac{0,0206}{0,0206} + \frac{0,0625}{0,0625}} = 0,127 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Термическое сопротивление плиты в направлении, перпендикулярном к движению теплового потока, вычисляем для трех характерных сечений.

Для 1 и 3-го слоев (слои железобетона толщиной 0,025 м)

$$R_{1,3} = \frac{0,025}{1,92} = 0,013 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Для определения термического сопротивления 2-го слоя плиты находим средний коэффициент теплопроводности. Конструкция этого слоя состоит из воздушной прослойки толщиной 0,08 м и железобетона толщиной 0,025 м. для воздушной прослойки определяем эквивалентный коэффициент теплопроводности:

$$\lambda_3 = \lambda_1 = \frac{\delta \delta_1}{R_{\text{в.п.}}} = \frac{0,08}{0,18} = 0,44 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

Тогда средний коэффициент теплопроводности плиты

$$\lambda_{\text{ср}} = \frac{0,44 \times 0,08 + 1,92 \times 0,025}{0,08 + 0,025} = 0,792 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \times \text{°C}}$$

Среднее термическое сопротивление для 2-го слоя

$$R_2 = \frac{0,08}{0,792} = 0,1 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Суммарное термическое сопротивление всех трех слоев панели

$$R_{\wedge} = 0,013 \times 2 + 0,1 = 0,127 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Полное термическое сопротивление пустотной железобетонной плиты

$$R_{\text{жб.п.}} = \frac{0,127 + 0,127 \times 2}{13} = 0,127 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Сопротивление теплопередаче для перекрытия над подвалом рассчитывают по формуле :

$$R_{\text{м.э.}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^3 R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} = \frac{1}{8,7} + 0,127 + \frac{0,1}{0,76} + \frac{0,15}{0,043} + \frac{1}{8,7} = 3,98 \frac{\text{м}^2 \times \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Коэффициент теплопередачи перекрытия над подвалом:

$$K_{\text{м.э.}} = \frac{1}{R_{\text{м.э.}}} = \frac{1}{3,98} = 0,251 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°C}}.$$

Нормируемое термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_{\text{норм}} = 0,00035 \cdot 7171,2 + 1,3 = 3,8 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}{\text{Вт}}$$

Полученное значение фактического термического сопротивления ограждающей конструкции больше нормируемого сопротивления теплопередаче.

2.5. Теплотехнический расчет кровли

Таблица 3 - Характеристики материалов кровли[2]

N п/п	Наименование материала	δ, м	λ, Вт/(м °С)
1	Утеплитель «ISORUF» (жесткий)	0,1	0,048
2	Утеплитель «ISORUF» (мягкий)	0,1	0,045
3	Профнастил Н60-840-0,7	0,0007	17,5

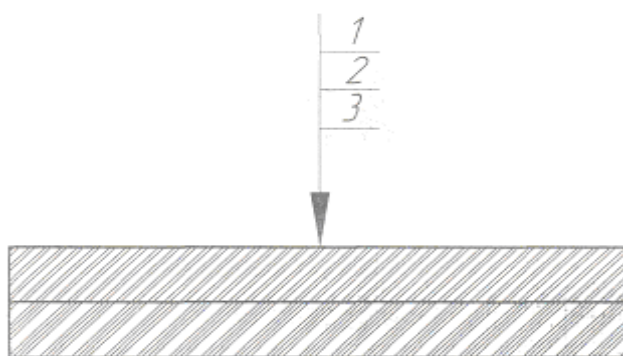


Рисунок 4 - Конструкция кровли

Величина сопротивления теплопередаче данного ограждения вычисляется по формуле:

$$R_{в.с.} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,1}{0,048} + \frac{0,1}{0,045} + \frac{0,0007}{17,5} + \frac{1}{12} = 4,5 \frac{\text{м}^2 \times \text{°С}}{\text{Вт}}.$$

Коэффициент теплопередачи внутренней стены:

$$K_{н.с.} = \frac{1}{R_{н.с.}} = \frac{1}{4,5} = 0,222 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°С}}$$

Нормируемое термическое сопротивление ограждающей конструкции:

$$R_{норм} = 0,0004 \times 7171,2 + 1,6 = 4,47 \frac{\text{м}^2 \times \text{°С}}{\text{Вт}}$$

Полученное значение фактического термического сопротивления ограждающей конструкции больше нормируемого сопротивления теплопередаче.

2.6. Расчет тепловых потерь через ограждающие конструкции помещений

Основные теплотери через ограждающие конструкции помещений Q_o , Вт, складываются из теплотерь через отдельные ограждения или их части площадью $F_{огр}$, м^2 ,

$$Q_o = K \times F_{огр} \times (t_{вн} - t_{н}) \times n, \quad (7)$$

где K – коэффициент теплопередачи ограждения; $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \times \text{°С}}$

$t_{вн}$ – температура воздуха внутри помещения, °С ,

$t_{н.о}$ – расчетная температура наружного воздуха на отопление;

n – коэффициент уменьшения расчетной разности температур, учитывающий положение наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху.

Теплопотери через ограждающие конструкции помещений с учетом дополнительных теплопотерь $Q_{огр}$, Вт, определяются путем умножения значений основных теплопотерь на коэффициент добавочных теплопотерь $(1+\sum\beta)$ [2]:

$$Q_{огр} = K \times F_{огр} \times (t_{вн} - t_{но}) \times n \times (1 + \sum\beta), \quad (8)$$

где β – коэффициент, учитывающий добавочные теплопотери сверх основных теплопотерь через ограждения (в долях основных теплопотерь).

Для удобства все данные по расчету теплопотерь ведутся в табличной форме (таблица 4).

Графа 1 – номер помещения

В графе 2 указаны тепло ограждающие конструкции.

В графе 3 указывается ориентация ограждающих конструкций по сторонам света:

Север – С; Восток – В; Запад – З; Юг – Ю.

В графу 4 вносятся данные о количестве и размерах ограждающих конструкций. При определении площади стен площадь окон вычитаем, поэтому окна рассчитываем отдельно. Аналогично поступаем с другими неоднородными ограждениями.

В графе 5 производится подсчет площади ограждения по данным графы 4.

В графу 6 записываются разность расчетных внутренних и наружных температур в градусах Цельсия (расчетный перепад температур).

В графу 7 вносятся коэффициент уменьшения расчетной разности температур.

В графу 8 вписываются коэффициенты теплопередачи ограждающих конструкций, определенные ранее.

Графа 9– основные теплопотери ограждений. Если теплопотери, полученные по формуле, имеют знак «минус» то фактически они равны теплопоступлению в данную комнату через данное ограждение.

В графы 10, 11, 12 вносятся значения добавок.

Так, в графе 10 вводится значение добавок на ориентацию ограждения по сторонам света. Для северной и западной сторон принимаем добавку, равную 0,15, а для восточной – 0,1 [2].

В графе 11 вводится поправка на ветер.

В графе 12 учитываются прочие добавки, например, добавка на высоту помещений. Суммарные теплопотери через все ограждения высоких помещений увеличиваются на 0,02 на каждый 1 м высоты сверх 4 м [2].

При наличии в помещении двух и более наружных стен вводим дополнительно надбавку в размере 0,05 к основным теплопотерям [2].

В графе 13 подсчитывается коэффициент добавочных теплопотерь по данным граф 10, 11, 12.

Определяют теплопотери с учетом добавочных теплопотерь и заносят в графу 14.

Суммарные потери зданием:

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{инф}} + Q_{\text{пот}}, \text{ Вт} \quad (9)$$

где $Q_{\text{инф}}$ - потери инфильтрацией,

$Q_{\text{пот}}$ - потери через ограждающие конструкции,

Потери инфильтрацией определяются как доля теплопотерь через ограждения

$$Q_{\text{инф}} = \mu \times Q_0, \quad (10)$$

где μ – коэффициент инфильтрации[5]:

$$\mu = b \times \sqrt{2 \times g \times H_{\text{св}} \times \left(1 - \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{в}}}\right) + \omega_{\text{в}}^2} \quad (11)$$

где $b=0,035$ – постоянный коэффициент инфильтрации [2];

$H_{\text{св}}$ – свободная высота помещения, м;

$T_{\text{вн}}$ - температура воздуха в помещении, К;

$T_{\text{н}}$ - расчетная температура наружного воздуха, К;

w_B – скорость ветра, м/с;

Для помещения 71:

$$\mu = 0,035 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 5,8 \times \left(1 - \frac{(273 - 39)}{(273 + 20)}\right) + 2,4^2} = 0,187.$$

Для остальных помещений:

$$\mu = 0,035 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 2,9 \times \left(1 - \frac{(273 - 39)}{(273 + 20)}\right) + 6,3^2} = 0,145.$$

Необходимый, для расчета основных теплопотерь, план здания, его ориентация по сторонам света и нумерация помещений приведены в графической части.

Суммарные потери тепла зданием составляют:

$$Q_{\Sigma} = 100437 \text{ Вт}$$

3. УСТАНОВКА ПАНЕЛЕЙ ЛУЧИСТОГО ОТОПЛЕНИЯ В АКТОВОМ ЗАЛЕ ЦЕНТРА КУЛЬТУРЫ

Существующая двухтрубная система отопления с отопительными приборами-радиаторами, установленными у наружной стены помещения, не обеспечивает нормируемые параметры микроклимата в помещении. Прогрев помещения осуществляется неравномерно, наиболее удаленный от отопительных приборов участки имеют температуру внутреннего воздуха ощутимо ниже, чем у отопительных приборов. Данную проблему предлагается решить установкой панелей лучистого отопления Zehnder ZIP в актовом зале здания. Также имеет место изменение температуры воздуха по высоте помещения[6].

Теплоносителем в панелях лучистого отопления является вода 95 °С с давлением до 0,5 МПа. Внутри панели в пазах уложены трубки, которые прогреваются при прохождении по ним греющего теплоносителя. Основной теплообмен осуществляется посредством излучения.



Рисунок 5 - Внешний вид панелей лучистого отопления Zehnder ZIP

Принцип действия излучающих панелей ZIP основан на лучистом теплообмене. Тепло, изначально минуя воздух, передается от потолочных панелей непосредственно ограждающим конструкциям (пол, стены, окна) и предметам, находящимся в помещении.

Данный тип теплопередачи, в отличие от систем воздушного отопления, не создает сквозняков, не переносит пыль, не является источником шума.

Использование панелей снижает теплопотери помещения, вследствие минимального градиента температуры воздуха по всей высоте помещения, требует меньше затрат на нагрев приточного воздуха. Водяные потолочные панели не требуют расходов на их обслуживание, в них не используются элементы, детали или устройства, для работы которых нужен подвод электричества. За счет этих основных факторов достигается экономия энергии в 40%.

Конструкция излучающей панели Zehnder ZIP представляет собой оцинкованный стальной лист толщиной 0,5 мм, в округлые выштампованные углубления которого, расположенные по продольной оси, запрессовываются оцинкованные трубы из прецизионной стали диаметром 155 мм и толщиной стенок 1 мм. По ширине, в каждой панели запрессованы четыре трубы с расстоянием между ними 80 мм. Трубы могут быть соединены в коллекторы проходные или глухие (диаметр трубы коллектора 32 мм). Проходной коллектор имеет присоединительный патрубок с наружной резьбой и воздушоспускной кран Маевского. Различные коллекторные соединения делают возможными различные схемы гидравлических подключений.

Внешний вид панелей лучистого отопления Zehnder ZIP представлен на рисунке 5. План с системой панельного отопления приведен в графической части. Технические характеристики панелей лучистого отопления приведены в таблице 5.

Кроме улучшения равномерности прогрева помещения и обеспечения требуемых параметров температуры внутри помещения среди преимуществ новой системы можно также выделить эргономичность, компактность и эстетичность панельного отопления. В отличие от водяной системы отопления, внешний вид панелей не загромождает помещение и не искажает стилистику интерьера актового зала.

Результаты энергетического обследования помещения актового зала с помощью тепловизора с установленными панелями лучистого отопления приведены на рисунке 6.

Таблица 4 - Характеристики излучающих ИК-панелей Zehnder ZIP[6]

Параметры	Базовые модели панелей ZIP			
	ZIP (отдельная панель)	ZIP 2 (два модуля)	ZIP 3 (три модуля)	ZIP 4 (четыре модуля)
Монтажная ширина	320 мм	704 мм	1088 мм	1472 мм
Монтажная длина одной панели (модуля)	2000 мм			
Возможные длины панели (модуля)	2 метра, 3, 4, 5 или 6 метров			
Количество рядов труб	4	8	12	16
Расстояние между рядами	80 мм			
Внешний диаметр труб	15 мм			
Расстояние между модулями	-	64	64	64
Количество точек подвеса на ось	2	2	2	3
Расстояние между точками подвеса	256	640	512	2 x 704
Максимальная рабочая температура жидкости	95°C (возможно особое исполнение, рассчитанное на температуру до 120°C)			
Максимальное рабочее давление	5 бар (возможно особое исполнение HP (highpressure) с давлением от 5 до 10 бар)			
Масса панели без воды с изоляцией	3,8 кг/м	7,6 кг/м	11,4 кг/м	15,2 кг/м
Масса коллектора без воды	0,9 кг	1,7 кг	2,6 кг	3,4 кг
Масса изоляции	0,32 кг/м	0,64 кг/м	0,96 кг/м	1,28 кг/м
Содержание воды	0,53 л/м	1,06 л/м	1,6 л/м	2,13 л/м
Масса панели с водой и изоляцией	4,3 кг/м	8,7 кг/м	13,0 кг/м	17,3 кг/м
Масса коллектора с водой	1,5 кг	2,8 кг	4,4 кг	5,5 кг
Отопительная мощность при $\Delta t = 55 \text{ K}$ с изоляцией (согласно EN 14037)	208 Вт/м	417 Вт/м	625 Вт/м	834 Вт/м
Константа отопительной мощности (K)	2,0871	4,1742	6,2613	8,3484
Экспонента отопительной мощности (n)	1,1489			
Охлаждающая мощность при $\Delta t = 10 \text{ K}$ с изоляцией (согласно DIN 4715-1)	36 Вт/м	71 Вт/м	108 Вт/м	142 Вт/м
Константа охлаждающей мощности (K)	3,283	6,566	9,849	13,132
Экспонента охлаждающей мощности (n)	1,034			

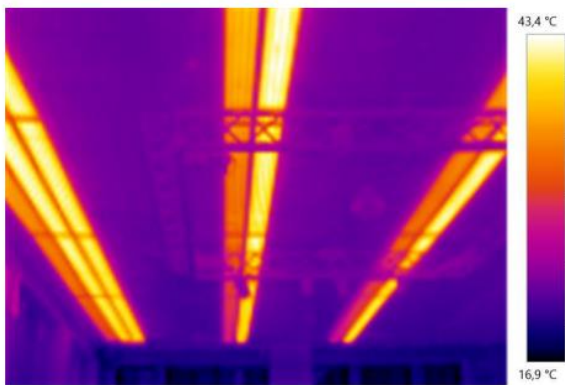
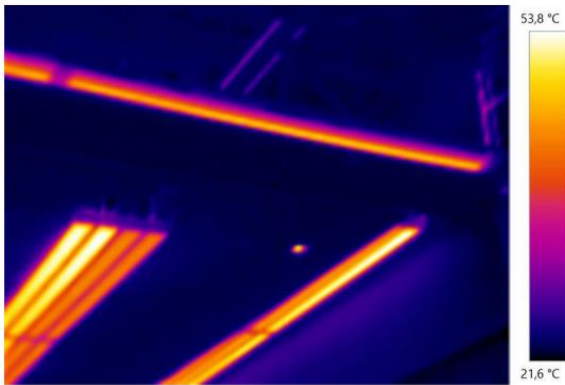
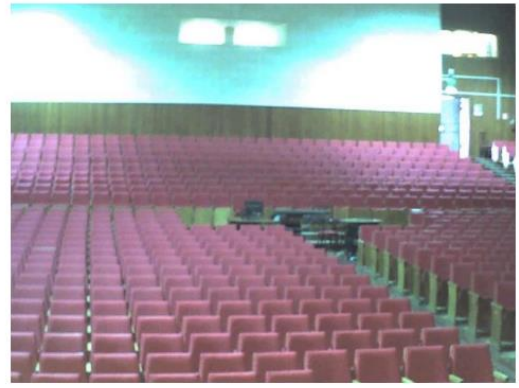
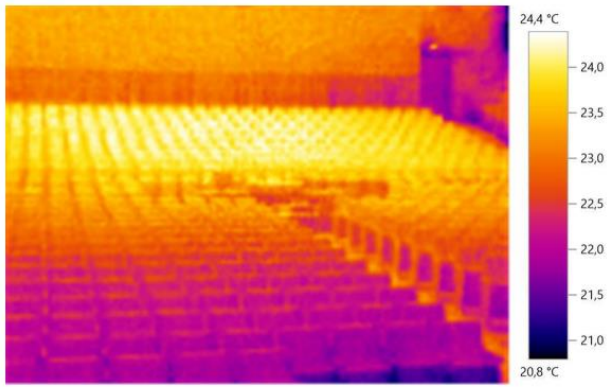


Рисунок 6 – Результаты обследования актового зала с помощью тепловизора

Произведем подбор оборудования для отопления актового зала. Как видно по таблице 4, теплопотери, которые нужно компенсировать системой отопления, составляют 17439 Вт.

Принимаем к установке 10 панелей: 7 панелей длиной 18 м (3 модуля по 6 м на панель) и 3 панели длиной 12 м (3 модуля по 4 м на панель). Суммарная длина панелей составит 162 м. Для панелей типа ZIP3 удельная теплоотдача составляет 108 Вт/м согласно таблице 5. Тогда суммарный тепловой поток системы отопления актового зала составит[7]:

$$Q_{\text{акт.з}} = q_{\text{пан}} \times L, \quad (12)$$

где L – длина панелей;

$q_{\text{пан}}$ – удельная теплоотдача панели, Вт/м.

$$Q_{\text{акт.з}} = 108 \times 162 = 17496 \text{ Вт}$$

Полученное расчетное значение мощности системы отопления позволяет компенсировать тепловые потери в помещении, следовательно, оборудование системы отопления подобрано верно.

4. ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕХОДА ОТ ЗАВИСИМОЙ К НЕЗАВИСИМОЙ СХЕМЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

В данный момент система теплоснабжения здания выполнена по зависимой закрытой схеме со смесительным циркуляционным насосом.

Предполагается перейти от зависимой схемы присоединения к независимой.

Независимая система отопления предполагает, что отопительное оборудование потребителей гидравлически изолировано от тепловой сети, в индивидуальном пункте используется пластинчатый теплообменник[8].

В зависимой системе теплоноситель попадает непосредственно в систему отопления потребителя, без промежуточного теплообменника и гидравлической изоляции.

Независимая система теплоснабжения имеет неоспоримые преимущества по сравнению с зависимой:

- возможность регулировать количество тепла, доставленного к потребителю (с помощью регулирования вторичного теплоносителя);
- высокая надежность;
- энергосберегающий эффект (экономия тепла 10-40%);
- возможность улучшить эксплуатационные и технические качества теплоносителя, тем самым повышая от загрязнений.

Примем независимую закрытую схему системы теплоснабжения здания. Независимая схема предполагает наличие теплообменных аппаратов системы отопления, закрытая схема – наличие теплообменных аппаратов системы горячего водоснабжения. Таким образом, контуры тепловой сети и контуры систем отопления и горячего водоснабжения не сообщаются между собой. Греющим теплоносителем является воды тепловой сети с расчетными значениями температур в подающем трубопроводе – 130 °С, в обратном трубопроводе – 70 °С. Система отопления работает по температурному графику

95/65 °С. Предусматриваем установку теплообменного аппарата на систему отопления.

Циркуляция в контуре отопления осуществляется циркуляционными насосами системы отопления (1 рабочий, 1 резервный), циркуляция в системе горячего водоснабжения – циркуляционными насосами системы горячего водоснабжения (1 рабочий, 1 резервный). Подпитка системы отопления осуществляется из обратного трубопровода тепловой сети пропиточными насосами (1 рабочий, 1 резервный). Компенсация водоразбора на нужды горячего водоснабжения осуществляется холодной водопроводной водой, которая подмешивается к циркуляционной воде после водоразборных кранов системы горячего водоснабжения. В системе отопления предусмотрена установка двух расширительных баков. На вводе тепловой сети в здание предусмотрена установка грязевика, фильтра и расходомера, на выводе – грязевика и расходомера. Принципиальная схема теплового пункта представлена в графической части.

4.1. Подбор теплообменного оборудования

Теплообменник системы отопления подбираем из соображения, чтобы каждый теплообменный аппарат обеспечивал не менее 120% тепловой нагрузки на отопление $Q=100,437 \cdot 1,2=120,5$ кВт. Расчет производим по программе для подбора теплообменного оборудования «Ридан»[9]. Опросный лист для расчета теплообменника системы отопления приведен на рисунке 7. Результаты подбора представлены на рисунке 8. Для системы отопления устанавливаем пластинчатый теплообменный аппарат XGM-050-16/1-14M тепловой мощностью 120,5 кВт. Конструктивные характеристики теплообменника системы отопления приведены на рисунке 8. Конструктивное исполнение теплообменного аппарата представлено в графической части.

Опросный лист для расчета теплообменника

Мощность	120,5	кВт
Расчетная температура	150	С
Расчетное давление	16	атм.
Прокладка (для разборных ПТО)	EPDM	
Материал пластин	AISI316	
Толщина пластины	Авто	мм
Запас поверхности на загрязнение	10	%
Направление потоков	Противоток	
Тип среды	Вода	Вода

Массовый расход	1,714	3,446	т/ч
Температура среды на входе в ПТО	130	65	С
Температура среды на выходе из ПТО	70	95	С
Допускаемые потери давления в ПТО	2	2	м.вод.ст.
Тип ответных фланцев	Черные	Черные	
Тип теплообменника	Разборные ПТО		

Рассчитать ПТО с несколькими Ду
 2-ходовые компоновки
 Автоматический режим
 Включить в стоимость ответные фланцы

Рисунок 7 – Опросный лист для расчета теплообменника системы отопления

N	ПТО	Цена (%)	S (м2)	V (л)	Ходы	Срок поставки (недели)
1	XGM-050-16/1-14-M (Ду 50 мм)	100	1,44	3,302	1	1
2	XGM-032-16/1-30-L (Ду 32 мм)	108	1,89	4,098	1	1
3	НН-14-16/1-12-TMTL73 (Ду 50 мм)	111	1,50	3,850	1	1
4	НН-08-16/1-30-TL (Ду 32 мм)	122	2,35	6,090	1	1
5	НН-20-16/1-12-TKTL45 (Ду 50 мм)	130	2,10	4,840	1	1
6	НН-19-16/1-11-TM (Ду 65 мм)	137	1,98	6,001	1	1
7	XG-31-16/1-15-N (Ду 65 мм)	161	2,34	5,180	1	1
8	НН-21-16/1-11-TL (Ду 100 мм)	179	2,16	6,001	1	1

Тепловая мощность	120,5	кВт
Запас пов-ти на загр. / Фр загр.	16,4 % / 33,9 м2К/МВт	LMTD 15,4 С
К-т теплопередачи (треб./расч.)	4707 / 5477	ккал / (м2 ч С)

Тип среды	Вода	Вода	
Расход	1,71	3,45	т/ч
Температура	130 -> 70	95 <- 65	С
Потери давления / в портах	0,65 / 0	1,83 / 0,01	м.вод.ст.
Скорость в портах / каналах	0,18 / 0,17	0,35 / 0,29	м/с
Масса пустой / заполненный	140 / 145 кг	Прокладка EPDM	

0,4 мм AISI316; Фланцы Ду 50 (Черные); Максимальное кол-во пластин: 30;

Основные теплофизические характеристики			
Плотность	958,59	972,11	кг/м3
Удельная теплоемкость	4217,25	4195,8	Дж/(кг*К)
Теплопроводность	0,68	0,66	Вт/(м*К)
Динамическая вязкость	0,0002817	0,0003601	Па*с

Рисунок 8 – Результаты подбора теплообменника системы отопления

4.2. Подбор циркуляционного насоса системы отопления

Производительность циркуляционных насосов системы отопления определим по формуле[10]:

$$G_o = \frac{Q_o}{c_e \cdot (t_1 - t_2)} \quad (13)$$

где Q_o – тепловая мощность системы отопления, кВт;

t_1 – температура в подающем трубопроводе системы отопления, °С;

t_2 – температура в обратном трубопроводе системы отопления, °С;

c_e – теплоемкость воды, кДж/(кг°С).

$$G_o = \frac{120,5}{4,1868 \cdot (95 - 65)} = 0,96 \text{ кг / с} = 3,45 \text{ м / ч}$$

Производительность циркуляционных насосов с учетом 5%-го запаса составит[11]:

$$G_{\text{нас.от.}} = 1,05 \cdot 3,45 = 3,63 \text{ м / ч}$$

Согласно СП 41-101-95 [12] при установке насосов в ИТП их напор определяется по сумме потерь давления в водоподогревателях и в системах отопления.

$$H_{\text{нас.от.}} = 1,1 \cdot 15 = 16,5 \text{ м}$$

Подбор насосов производим по программе подбора насосов WiloSelect[13]. Принимаем к установке сдвоенный насос WiloIL32/140-1,5/2 (один рабочий, один резервный). Характеристики работы циркуляционного насоса системы отопления приведены на рисунке 9, результаты гидравлического выбора насоса – в таблице 5, конструктивные характеристики насоса – на рисунке 10.

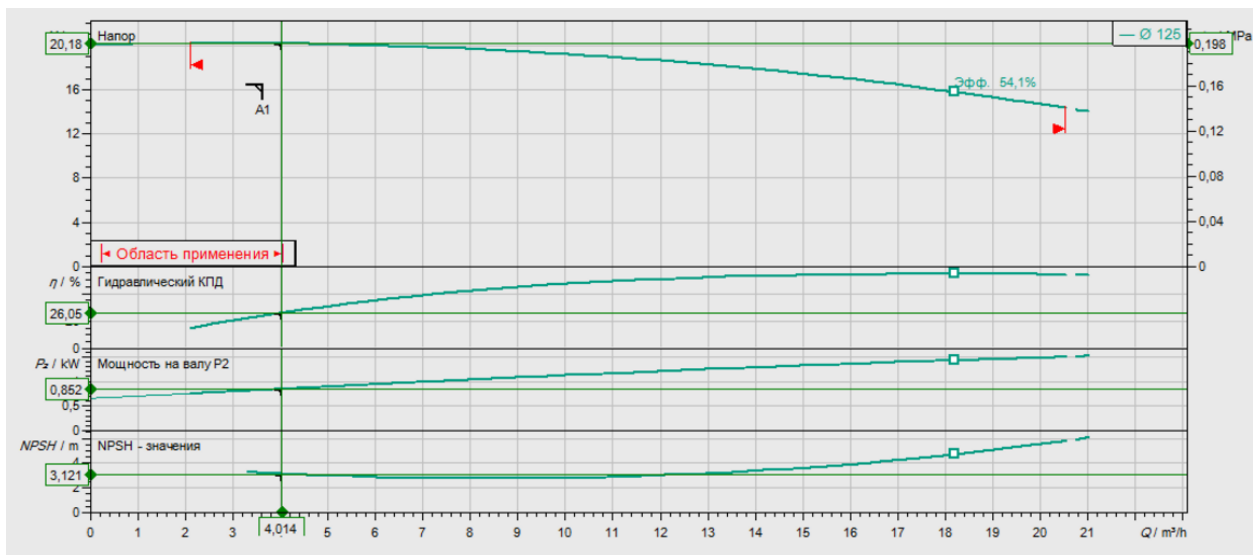


Рисунок 9– Характеристики работы циркуляционного насоса системы отопления [13]

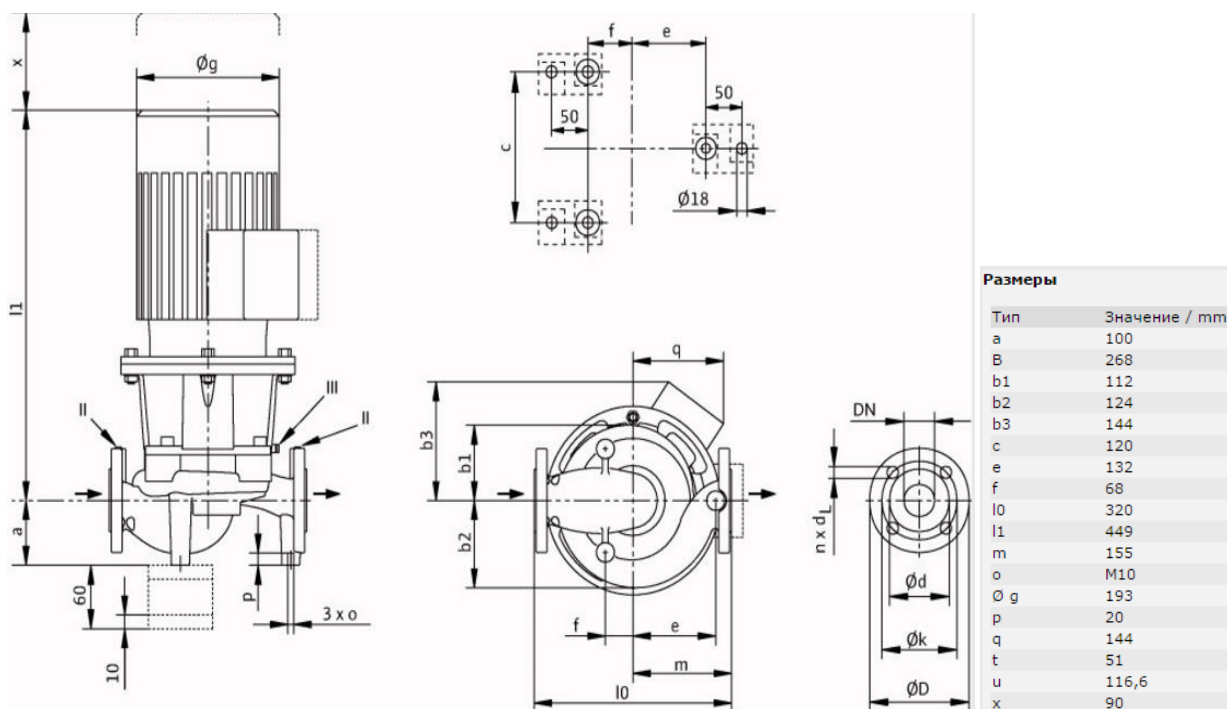


Рисунок 10 – Конструктивные характеристики насоса WILOIL32/140-1,5/2 [13]

Несмотря на то, что при переходе на независимую систему теплоснабжения в системе отопления циркулирует вода питьевого качества из холодного водопровода, возможно образование отложений на поверхностях нагрева теплообменников.

Таблица 5 – Результаты гидравлического выбора циркуляционного насоса системы отопления [13]

Параметр	Значение
Насос	
Расход	3,63м ³ /ч
Напор	16,50 м
Перекачиваемая жидкость	Вода 100 %
Т перекач. жидкости	20 °С
Мин. температура перекачиваемой жидкости	-20 °С
Макс. температура перекачиваемой жидкости	140 °С
Температура окружающей среды, макс.	40 °С
Максимальное рабочее давление	16 бар
Двигатель	
Тип электродвигателя	Стандарт
Класс эффективности мотора	IE2
Подключение к сети	3~ 400 V/50 Гц
Допустимый перепад напряж.	±10 %
Номинальная мощность	1,5 кВт
Номинальный ток	3,3 А
Номинальная частота вращения	2900 1/мин
КПД электродвигателя η _п 50%	77,7 %
КПД электродвигателя η _п 75%	80,8 %
КПД электродвигателя η _п 100%	81,3 %
Коэффициент мощности	0,78
Класс изоляции	F
Степень защиты	IP 55

Проблема образования накипи теплообменном оборудовании приводит к: перерасходу топлива и снижению КПД установок; необходимости дорогостоящей очистки от накипи в конце отопительного сезона; низким значениям коэффициента теплопередачи и перегреву поверхностей нагрева (трещинам и деформации); уменьшению проходного сечения труб и увеличению гидравлического сопротивления; уменьшению срока службы оборудования в 2-3 раза.

Во избежание накипеобразования рекомендуется установка на теплообменном оборудовании теплового пункта системы ультразвуковой очистки

Безреагентный ультразвуковой метод обработки воды позволяет достичь следующего эффекта: в металле оборудования в воде возбуждаются маломощные ультразвуковые колебания, соли жесткости кристаллизуются непосредственно в толще воды, образуя мелкодисперсный шлам; ультразвуковые колебания создают знакопеременные механические усилия, между накипью и металлом образуются трещины, существующая накипь на оборудовании вспучивается и отслаивается; поверхности нагрева имеют микронные щели и трещины, накапливающие кислород. При воздействии ультразвуковых колебаний кислород выходит из этих щелей, препятствуя коррозии металла; улучшается отвод пузырьков пара от поверхности нагрева и дегазация воды вследствие лучшего перемешивания жидкости на границе металл-жидкость.

Рекомендуется установка противонакипного устройства USP-300 на входе и выходе из теплообменников. Конструктивно установки состоят из импульсного генератора, который формирует электрические импульсы и передает их на преобразователи, и магнитострикционных преобразователи ударного возбуждения (до 6 шт.), которые преобразуют энергию электрических импульсов в механическую энергию.

5. РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ОТОПЛЕНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА

На источнике теплоснабжения осуществляется центральное качественное регулирование отпуска тепла – изменение температуры теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха[14]. Произведем расчет и построение отопительно-бытового графика центрального качественного регулирования.

Для определения температуры теплоносителя в тепловой сети используем следующие зависимости[15]:

$$\tau_1 = t_g + \Delta t \cdot \bar{Q}_0^{0,8} + (\Delta \tau - 0,5\theta) \cdot \bar{Q}_0 \quad (14)$$

$$\tau_2 = t_g + \Delta t \cdot \bar{Q}_0^{0,8} - 0,5 \cdot \theta \cdot \bar{Q}_0 \quad (15)$$

где t_n - температура наружного воздуха, °С

t_b - расчетная температура внутреннего воздуха, принимаемая для жилых районов 20 °С

$\Delta \tau$ - расчетный перепад температур сетевой воды в тепловой сети $\Delta \tau = \tau_1 - \tau_2 = 130 - 70 = 60$ °С;

θ - расчетный перепад температур сетевой воды в местной системе отопления $\theta = \tau_3 - \tau_2 = 95 - 70 = 25$ °С

Δt - расчетный температурный напор нагревательного прибора, °С, определяемый по формуле

$$\Delta t = \tau'_{cp} - t_g$$

Для независимой схемы температуры в подающем и обратном трубопроводах системы отопления определим как:

$$\tau_{10} = \tau_1 - (\tau'_1 - \tau'_{10}) \cdot \bar{Q}_0 \quad (16)$$

$$\tau_{20} = \tau_2 - (\tau'_{10} - \tau'_{20}) \cdot \bar{Q}_0 \quad (17)$$

Таблица 6 - Данные для построения графика зависимости температур теплоносителя от температуры наружного воздуха

$t_n, ^\circ\text{C}$	$Q_o, \text{кВт}$	$Q_{отн}$	$\tau_1, ^\circ\text{C}$	$\tau_2, ^\circ\text{C}$	$\tau_{10}, ^\circ\text{C}$	$\tau_{20}, ^\circ\text{C}$
-39	120,5	1,00	130	70	95	65
-35	112,3	0,93	123	67	91	63
-30	102,1	0,85	115	64	85	60
-25	91,9	0,76	107	61	80	57
-20	81,7	0,68	98	57	74	54
-15	71,5	0,59	89	54	69	51
-10	61,3	0,51	81	50	63	47
-4	49,0	0,41	70	45	56	43
0	40,8	0,34	70	42	51	40
5	30,6	0,25	70	42	51	40
10	20,4	0,17	70	42	51	40

Пример расчета для $t = -35^\circ\text{C}$:

$$t_g = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta \tau = \tau_1 - \tau_2 = 130 - 70 = 60 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$\theta = \tau_3 - \tau_2 = 95 - 70 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\bar{Q}_o = \frac{112,3}{120,5} = 0,93$$

Температура в подающем трубопроводе тепловой сети:

$$\tau_1 = 20 + (82,5 - 20) \cdot 0,93^{0,8} + (60 - 0,5 \cdot 25) \cdot 0,93 = 123 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура в обратном трубопроводе тепловой сети:

$$\tau_2 = 20 + (82,5 - 20) \cdot 0,93^{0,8} - 0,5 \cdot 25 \cdot 0,93 = 67 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура в подающем трубопроводе системы отопления:

$$\tau_{10} = 123 - (130 - 95) \cdot 0,93 = 91 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура в обратном трубопроводе системы отопления:

$$\tau_{20} = 91 - (95 - 65) \cdot 0,93 = 63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

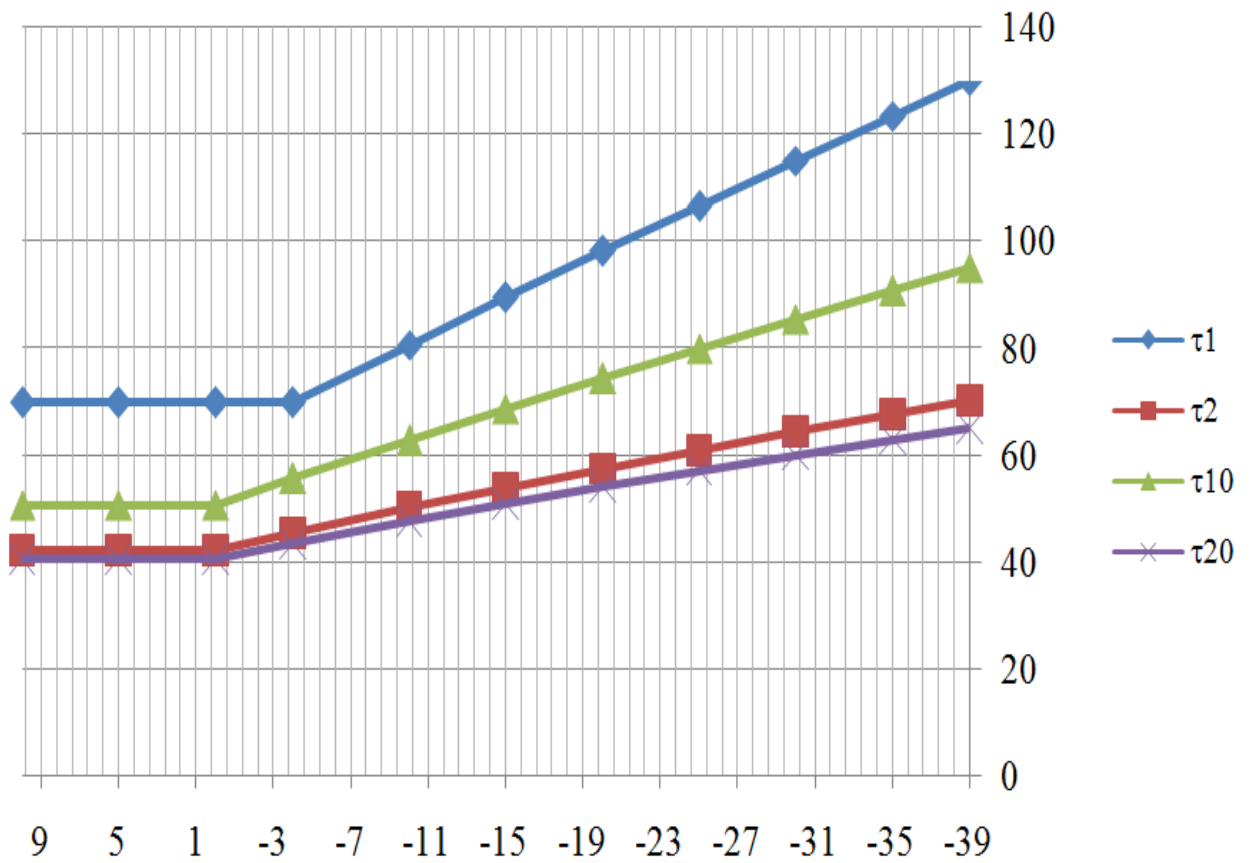


Рисунок 11 – Зависимость температуры теплоносителей от температуры наружного воздуха

6. СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕПЛООВОГО ПУНКТА ПРИ НЕЗАВИСИМОМ ПРИСОЕДИНЕНИИ

В схеме предусмотрен учет тепловой энергии посредством теплосчетчика «Взлет», в комплект которого входит тепло вычислитель «Взлёт ТСРВ», 2 преобразователя расхода электромагнитных «Взлёт ЭРСВ» и 2 термопреобразователя сопротивления[17].

Регулирование температуры теплоносителя осуществляется регулятором температур DanfossECLComfort310[16], в комплект которого включены датчик температуры наружного воздуха , 4 датчика температуры теплоносителя, 2 регулирующих клапана с электроприводом.

Регулирование температуры в системе отопления осуществляется посредством изменения проходного сечения регулирующего клапана в зависимости от температуры теплоносителя в системе отопления и температуры в обратном трубопроводе тепловой сети после теплообменников отопления.

Комплект оборудования для монтажа учета тепла содержит:

- источник вторичного питания серии *ADN-1524* (=24 В 15 Вт)– 1 шт.;
- тепловычислитель «Взлёт ТСРВ» исполнение ТСРВ-024 модель ТСРВ-02 – 1 шт.;
- преобразователь расхода электромагнитный «Взлёт ЭР» исп.ЭРСВ-420Л /40, активный выход, $K_p=100,000$ имп/л – 1 шт.;
- преобразователь расхода электромагнитный «Взлёт ЭР»исполнение ЭРСВ-420Л/40 (реверсивное исполнение), активный выход, $K_p=100,000$ имп/л – 1 шт.;
- комплект термопреобразователей сопротивления «Взлёт ТПС», 500П/1,3850 – 2шт.;
- архивный считыватель данных «ВЗЛЕТ АС» АСДВ-020– 1 шт.

Комплект оборудования для монтажа регулятора температуры ECLComfort310:

- датчик температуры наружного воздуха ESMTECLComfort– 1 шт.;
- датчик температуры 100 мм, НЖ ESMU 4 шт.;
- клапан регулирующий VM2 Ду25 для системы отопления– 1 шт.;
- клапан регулирующий VM2 Ду25 для системы ГВС– 1 шт.;
- электропривод для клапана AME655 для регулирующего клапана ГВС– 1 шт.;
- электропривод для клапана AME655 для регулирующего клапана системы отопления– 1 шт.

Для регулятора ECLComfort310 используется ключ программирования А368.

6.1. Автоматический регулятор температуры

Автоматический регулятор температур ECLComfort 310 («Danfoss», Дания) применяется в системах теплоснабжения. Настройка под конкретную технологическую карту системы теплоснабжения производится с помощью управляющих карт (тип С или L). Автоматический регулятор температур оснащен тиристорными выходами, от которых идет сигнал на управление электрическим приводом регулирующих клапанов[16].

Имеется возможность подключения датчиков температуры в количестве не более 6 штук, дистанционных панелей контроля и управления, дополнительного релейного и коммуникационных модулей.



Рисунок 12 – Внешний вид регулятора ECL Comfort310

Монтаж корпуса регулятора может осуществляться настенно, в вырез щита управления или на рейке.

Вся информация и параметрах в системе отопления отображается на дисплее регулятора. С дисплея также производится установка параметров регулирования системы.

Регуляторы способны поддерживать температуру теплоносителя в двух независимых друг от друга системах, в каждой из которых свой температурный график. Кроме регулирования температуры, регулятор позволяет:

- осуществлять регулирование с коррекцией по температуре воздуха в помещении (при установке датчика температуры внутреннего воздуха);
- не допускать повышения температуры обратного теплоносителя в тепловой сети выше заданной температурным графиком регулирования;
- программировать снижение температуры воздуха в помещении по часам суток и дням недели;
- производить форсированный натоп помещений после кратковременного понижения температуры внутри помещения;

- автоматически отключать системы отопления на летний период при повышении температуры наружного воздуха выше температуры начала-конца отопительного периода;
- периодически включать электроприводы насосов и регулирующих клапанов во время летнего отключения систем отопления;
- осуществлять защиту системы от замораживания.

6.2. Датчики температуры

Погружные температурные датчики ESMU применяются для измерения температуры воздуха в системах теплоснабжения. Температурный режим работы датчиков от 0 до 140 °С, разъем кабеля ограничивает температуру применения до 125 °С. Корпус устройства защищен по стандарту IP54. Максимальный уровень давления теплоносителя, при котором работают датчики, составляет 25 бар. Подключение производится посредством кабельных разъемов и клемм[16].

Типы датчиков температур, использование которых возможно с регулятором, представлены на рисунке 13.



Рисунок 13 – Внешний вид датчиков температуры

6.3. Регулирующий клапан с электроприводом

Регулирующий клапан с электроприводом является исполнительным механизмом в системе автоматизации теплового пункта (рисунок 14).



Рисунок 14 – Регулирующие клапаны с электроприводом

Регулирующие клапаны VB2 применяются с редукторными электрическими приводами AMV20.

Основные характеристики:

- условное давление: $P_u = 25$ бар;
- характеристика регулирования: составная линейная;
- разгруженные по давлению;
- регулируемая среда: вода;
- температура регулируемой среды $T = 2-150$ °C;
- присоединение к трубопроводу: фланцевое (VB2).

Редукторные электроприводы Danfoss AMV 20 применяются для управления клапанами помощью импульсного сигнала исходящего от трехпозиционных регуляторов Danfoss, например, типа EC1.

Электроприводы AMV 20 оснащены концевыми моментными выключателями, которые останавливают работу привода при возникновении перегрузок и достижении штоком клапана крайних положений. Конструкция привода предусматривает возможность ручного позиционирования и индикации положения.

Напряжение питания -230
Потребляемая мощность, ВА -1,15
Частота тока, Гц - 50/60
Диаметр управляемого клапана, мм -15-50
Управление трехпозиционное
Ход штока, макс., мм - 10,0
Время перемещения штока на 1 мм, с -15
Приводное усилие, Н -450
Макс. температура теплоносителя, °С -150
Рабочая температура окружающей среды, °С -от 0 до +50
Температура хранения и транспортировки, °С -от -40 до +70
Масса привода, кг -1,42
Класс защиты -IP54

6.4. Учет тепла

Для решения задач абонентского учета тепла выбираем Теплосчетчик-регистратор ВЗЛЕТ ТСР-М исполнения ТСР-024М (рисунок 15)[17].



Рисунок 15– Внешний вид прибора учета тепла

ВЗЛЕТ ТСР-М предназначен для измерения, индикации, регистрации параметров теплоносителя и тепловой энергии в системах различного типа, конфигурации и назначения, а также других вспомогательных параметров на узлах учета.

Теплосчетчики получили широкое распространение, поскольку по их показаниям производятся расчеты за полученную потребителями теплоту. Все выпускаемые в настоящее время теплосчетчики являются многофункциональными микропроцессорными приборами, включающими в свой состав измерители температуры, расхода, давления и тепловычислители. Они имеют защиту от несанкционированного доступа, а используемые в них программы и заложенные функциональные возможности исходят из действующих правил как учета теплоты и теплоносителя, так и теплопотребления.

Функциональные возможности:

- вычисление количества тепловой энергии и сохранение значений в архивах;
- учет тепловой энергии в трех независимых теплосистемах, содержащих до четырех трубопроводов;
- задание автоматической реакции на 32 нештатных ситуации;
- отображение всех текущих результатов измерений и архивных данных на дисплее прибора;
- отображение всей текущей измерительной и архивной информации на индикаторе прибора;
- отображение зафиксированных нештатных состояний теплосистемы на индикаторе прибора;
- регистрация в журналах действий пользователя, нештатных ситуаций, отказов и режимов работы.

Отличительные особенности:

- наличие входа сигнала автореверса;
- наличие в памяти одиннадцати наиболее часто применяемых типовых схем измерительных систем и алгоритмов расчета;
- наличие контрольной суммы базы установочных параметров и контрольной суммы настроечной базы данных прибора;

– питание расходомеров и датчиков давления от тепловычислителя;

– демонтаж прибора для проведения поверки без отключения кабелей связи;

– наличие многоуровневой системы защиты от несанкционированного доступа;

– наличие программы «Конфигуратор базы», позволяющей быстро и просто настроить тепловычислитель.

Базовая комплектация:

– тепловычислитель ВЗЛЕТ ТСРВ исполнение ТСРВ-024М, 1 шт;

– расходомер электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР исполнение ЭРСВ-420Л, 1 или 2 шт;

– термопреобразователей сопротивления ВЗЛЕТ ТПС, 1 согласованная пара;

– источник вторичного питания для ВЗЛЕТ ЭР, 1 шт.

7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является расчет затрат на разработку проекта реконструкции системы отопления Центра культуры ТГУ, а также оценка экономического эффекта от реконструкции.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Планирование разработки проекта реконструкции системы отопления;
2. Расчет затрат на проектирование;
3. Расчет капитальных затрат на реконструкцию системы отопления.
4. Расчет экономического эффекта от реконструкции системы отопления.

7.1. Планирование НИР

Определим время и количество человек, необходимые для выполнения проекта. Результаты занесем в таблицу 7.

В выполнении проекта участвуют два человека: один – руководитель проекта, другой – исполнитель проекта, время на выполнение проекта $T = 70$ дней.

Таблица 7 - Перечень работ и оценка времени их выполнения

№	Наименование работы	Количество исполнителей	Продолжительность дней
1	Выдача и получение задания	Инженер Научный руководитель	3 1
2	Поиск, подготовка, сбор материалов для работы	Инженер	7
3	Разработка плана системы отопления	Инженер	6
4	Разработка аксонометрической схемы системы	Инженер	4

	отопления		
5	Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	Инженер	5
6	Расчет тепловых потерь	Инженер	5
7	Расчет отопительных приборов	Инженер	5
8	Проверка расчетов, сбор теоретических материалов	Инженер Научный руководитель	4 2
9	Гидравлический расчет системы отопления	Инженер	6
10	Проверка расчетов с помощью ЭВМ	Научный руководитель	2
11	Подбор отопительного котельного агрегата	Инженер	3
12	Расчет теплового баланса отопительного котельного агрегата	Инженер	6
13	Разработка вопросов охраны труда и безопасности жизнедеятельности	Инженер	4
14	Расчет и анализ экономических показателей проекта	Инженер	4
15	Разработка графической части	Инженер	4
16	Разработка отчета, доклада.	Инженер Научный руководитель	4 1
Итого:.....Инженер			70
		Научный руководитель	6

7.2. Смета затрат на проект

Определение затрат по запланированным работам осуществляется в форме сметной калькуляции, для расчета которой используются

действующие рыночные цены, а так же данные производственных и научно-исследовательских подразделений.

Общие капитальные вложения в проект рассчитываются как:

$$K = K_m + K_{ам} \cdot K_{з/пл} + K_{со} + K_{пр}, \quad (18)$$

где K_m – материальные затраты;

$K_{з/пл}$ – затраты на оплату труда;

$K_{со}$ – отчисления на социальные нужды (единый социальный налог);

$K_{ам}$ – амортизация основных фондов и нематериальных активов;

$K_{пр}$ – прочие затраты;

$K_{накл}$ – накладные затраты.

7.2.1. Материальные затраты

Основными затратами в этом разделе являются товары, приведенные в таблице 8.

Таблица 8-Основные материальные затраты при проведении расчетов

Наименование	Количество	Общая стоимость, руб.
Бумага писчая	100 листов	205
Бумага формат А1	4 листа	160
Краска для принтера	1 картридж для принтера	825
Прочее		500
Всего		1690

$K_m=1690$ руб.

7.2.2. Затраты на оплату труда

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненные работы, исходя из должностных окладов в соответствии с принятыми на предприятии нормами и системами оплаты труда;

- выплаты, обусловленные районным регулированием оплаты труда;

- оплата в соответствии с действующим законодательством очередных и дополнительных отпусков;

оплата труда работников, не состоящих в штате предприятия за выполнение ими работ по заключенным договорам.

Заработная плата рассчитывается следующим образом:

Месячная заработная плата работника научного руководителя:

$$ЗП_{зпл}^{рук} = ЗП_{баз} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad (19)$$

$ЗП_{баз}$ - базовая заработная плата, для научного руководителя, $ЗП_{баз} = 19500$ руб.

K_1 - районный коэффициент, для Томской области

$$K_1 = 30\% ;$$

K_2 - коэффициент, учитывающий начисление отпускных, $K_{отп.} = 10\%$

$$ЗП_{зпл}^{рук} = ЗП_{баз} \cdot K_1 \cdot K_2 = 19500 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 27885 \text{ руб / мес}$$

Фактическая заработная плата работника научного руководителя:

$$ЗП_{ф}^{рук} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n = \frac{27885}{21} \cdot 6 = 7967 \text{ руб.} \quad (20)$$

Месячная заработная плата работника инженера:

$$ЗП_{зпл}^{инж} = ЗП_{баз} \cdot K_{рай} \cdot K_{отп}$$

$$ЗП_{зпл}^{инж} = 17000 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 24310 \text{ руб / мес}$$

Фактическая заработная плата инженера:

$$ЗП_{ф}^{инж} = \frac{ЗП_{мес}}{21} \cdot n = \frac{24310}{21} \cdot 70 = 81033 \text{ руб}$$

Всего затрат на оплату труда:

$$K_{зпл} = 3П_{зп}^{рук} + 3П_{зп}^{инж} = 7967 + 81033 = 89000 \text{ руб.}$$

7.2.3. Отчисления на социальные нужды

Данная статья отражает обязательные отчисления по установленным законодательным нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Затраты на социальные нужды рассчитываются как доля 30% от затрат на оплату труда:

$$K_{со} = 0,3 \cdot K_{зпл} = 0,3 \cdot 89000 = 26700 \text{ руб.} \quad (21)$$

7.2.4. Амортизация основных фондов и нематериальных активов

Отражает сумму амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, рассчитанную исходя из балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации.

К основным фондам при выполнении проекта относятся электронная вычислительная техника (компьютеры) и печатающее устройство (принтеры).

Таблица 9 -Основные фонды при выполнении проекта

Вид техники	Количество	Общая стоимость	Норма амортизации
Компьютер	1	30000	20%
Принтер	1	20000	20%

Амортизационные отчисления найдем по формуле:

$$I_{AM} = \Phi \cdot H_{AM} \cdot \frac{T}{12} \quad (22)$$

где Φ - стоимость основных фондов;

$$H_{AM} - \text{норма амортизации; } H_{AM} = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100\%$$

где

$T_{сл}$ – срок службы; принимаем $T_{сл}=5$ лет (компьютер), $T_{сл}=5$ лет (принтер).

T - время использования основных фондов, принимается равным 2 мес.

$$H_{AM} = \frac{1}{5} \cdot 100\% = 20\%$$

$$K_{ам}^{комп} = 30000 \cdot 0,2 \cdot \frac{2}{12} = 1000 \text{ руб}$$

$$K_{ам}^{прин} = 20000 \cdot 0,2 \cdot \frac{2}{12} = 667 \text{ руб}$$

Сумма амортизационных отчислений по основным фондам:

$$K_{ам} = K_{ам}^{комп} + K_{ам}^{прин} = 1000 + 667 = 1667 \text{ руб}$$

7.2.5. Прочие затраты

К прочим затратам себестоимости проекта относятся налоги, отчисления во внебюджетные фонды, оплата электрической и тепловой энергии, вознаграждения за изобретения и рационализаторские предложения, затраты на командировки и т.д. Прочие затраты рассчитаем как 10% от суммы материальных затрат, затрат на заработную плату и отчислений на социальные нужды и амортизационных отчислений:

$$K_{np} = 0,1 \cdot (K_m + K_{ам} \cdot K_{з/пл} + K_{со}), \quad (23)$$

$$K_{np} = 0,1 \cdot (1690 + 89000 + 1667 + 26700) = 11906 \text{ руб}$$

7.2.6. Накладные расходы

В стоимости 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.

$$K_{накл} = 2 \cdot K_{зпл}, \quad (24)$$

$$K_{накл} = 2 \cdot 89000 = 178000 \text{ руб}$$

Таблица 10-Смета затрат на разработку проекта

Элементы затрат	Сумма затрат, руб.
Материальные затраты	1690
Затраты на оплату труда	89000
Отчисления на социальные нужды	26700
Амортизация основных фондов и нематериальных активов	1667
Прочие затраты	11906
Накладные расходы	178000
Итого (K_{np}):	308963

7.3.Смета затрат на оборудование

Произведем расчет капитальных затрат на оборудование согласно коммерческому предложению (таблица 11)[16,17].

Таблица 11 – Расчет капитальных затрат

Наименование оборудования	Количество	Цена за единицу, руб.	Общая стоимость, руб.
Комплект оборудования теплосчетчика			
Источник вторичного питания серии <i>ADN-1524</i>	1	3300	3300
Тепловычислитель «Взлёт ТСРВ» исп. ТСРВ-024 мод. ТСРВ-02	1	21320	21320
Преобразователь расхода электромагнитный «Взлёт ЭР» исп. ЭРСВ-420Л /40	2	11590	23180
Термопреобразователь сопротивления «Взлёт ТПС» 500П/1,3850	2	1345	2690
Архивный считыватель данных «ВЗЛЕТ АС» АСДВ-020	1	4770	4770
Комплект оборудования регулятора температур <i>ECLComfort310</i>			
Регулятор температур <i>ECLComfort310</i>	1	41694	41694
Ключ программирования А368	1	28600	28600
Клеммная панель	1	3800	3800
Датчик температуры наружного воздуха <i>ESMTECLComfort</i>	1	3220	3220
Датчик температуры 100 мм, НЖ <i>ESMU</i>	4	5281	21124
Клапан регулирующий <i>VB2</i> для системы отопления	1	34703	34703
Электропривод для клапана <i>AMV20</i> для регулирующего клапана системы отопления	1	61212	61212
Стоимость насосов, теплообменников, оборудования			
Насос <i>WILO IL 32/140-1,5/2</i>	2	82400	164800
Пластинчатый теплообменник <i>XGM-050-16/1-14M</i>	1	78000	78000

Трубопровод Ø45x2,5	25	116	2900
Система ультразвуковой очистки UPS	1	22000	22000
Панели лучистого отопления L=6 м	21	2800	58800
Панели лучистого отопления L=4 м	9	2400	21600
Кран шаровый Ду32	20	380	7600
Сумма		605313	

Стоимость проектных работ принимается равной 10% от стоимости монтажных работ. Стоимость монтажных работ – 25-30% от стоимости оборудования. Стоимость пуско-наладочных работ – 3-5% от стоимости оборудования.

Таким образом, капитальные затраты составят:

$$K_3 = K_{об} + 0,1 \cdot K_{смр} + 0,25 \cdot K_{об} + 0,03 \cdot K_{об} + K_{проект} \quad (25)$$

$$K_3 = 1,305 \cdot 606313 + 308963 = 1098897 \text{ руб.}$$

7.4. Расчет экономического эффекта от реконструкции системы отопления

В данном разделе произведем технико-экономическое обоснование реконструкции системы отопления.

Расход тепла на отопление при температуре наиболее холодной пятидневки определяется по теплотехническому расчету с запасом 20%:

$$Q_o = 120,5 \text{ кВт.}$$

При качественном регулировании отпуска теплоты расчётный расход сетевой воды на отопление определяются по следующей формуле:

$$G_o = \frac{Q_o}{c \cdot (\tau_1 - \tau_2)}, \text{ кг/с,} \quad (26)$$

где $c = 4,1868 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ – теплоемкость воды; где $\tau_1 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\tau_2 = 65 \text{ }^\circ\text{C}$ температура расчетная в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети, $^\circ\text{C}$.

Произведем расчет расхода теплоносителя для зависимой схемы:

$$G_o = \frac{120,5}{4,1868 \cdot (95 - 65)} = 0,959 \text{ кг} / \text{с} = 3,454 \text{ м} / \text{ч}$$

При качественном регулировании отпуска теплоты расчётный расход сетевой воды на отопление (для независимой системы):

$$G_o = \frac{120,5}{4,1868 \cdot (130 - 70)} = 0,48 \text{ кг} / \text{с} = 1,727 \text{ м} / \text{ч}$$

Годовую экономию расхода тепловой энергии при переходе от зависимой системы теплоснабжения к независимой можно определить по формуле:

$$\Delta Q_o = c \cdot \Delta G_o \cdot \Delta t \cdot n \cdot 24 \cdot 3600, \quad (27)$$

где ΔG_o – разница между расходом теплоносителя для зависимой и независимой схемы;

Δt – разница температур теплоносителей для независимой схемы;

$n_o = 249 \text{ сут}$ – продолжительность отопительного периода.

$$\Delta Q_o = 4,1868 \cdot (0,959 - 0,48) \cdot (130 - 70) \cdot 202 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 2588,7 \text{ Гкал}$$

Тариф на тепловую энергию в г.Томск составляет 1999,9 руб/Гкал. Тогда в стоимостном выражении экономия тепловой энергии при переходе от зависимой системы к независимой составит:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q_o \cdot C_{т/э}, \quad (28)$$

где $C_{т/э}$ – стоимость тепловой энергии, руб/Гкал;

ΔQ_0 - количество сэкономленной тепловой энергии, Гкал

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{нез}} = 1186,68 \cdot 1999,9 = 2373241 \text{ руб}$$

Помимо экономии средств при переходе на независимую схему, рассчитаем экономию тепловой энергии от применения средств автоматизации

Реализация мероприятия автоматизации теплового пункта должна оцениваться с точки зрения энергоэффективности и экономии топливно-энергетических ресурсов. Срок окупаемости менее 5 лет говорит о целесообразности мероприятия в сфере проектирования энергетических объектов.

Простой срок окупаемости мероприятия можно оценить как отношение капитальных и эксплуатационных затрат на сооружение и работу теплового пункта к экономии тепла в стоимостном выражении. Экономия тепла в стоимостном выражении будем оценивать как произведение экономии тепла на стоимость тепловой энергии в данном регионе. Снижение теплопотребления за счет устранения перетопов планируется оценить в процентах от суммарного теплопотребления здания.

Ощутимого эффекта экономии тепловой энергии в системах теплоснабжения (до 20-30%) можно достичь за счет автоматического регулирования теплопотребления. Наиболее полно и эффективно задачи автоматизации могут быть реализованы с помощью индивидуальных тепловых пунктов зданий (ИТП) с возможностью регулирования теплопотребления по желанию потребителя в зависимости от температуры наружного воздуха, назначения объекта и пр. Экономия при установке таких ИТП достигается за счет компенсации инертности ЦТП или источника теплоснабжения в моменты изменения температуры наружного воздуха (погодная компенсация), а также за счет возможности автоматического снижения температуры внутри здания в ночное время и в выходные дни (для административных зданий и т.п.).

Экономия теплоэнергии (ΔQ) при установке ИТП определяется по выражению:

$$\Delta Q = \Delta Q_{\text{п}} + \Delta Q_{\text{н}} + \Delta Q_{\text{с}} + \Delta Q_{\text{и}}, \quad (29)$$

где $\Delta Q_{\text{п}}$ - экономия теплоэнергии от устранения перетопа зданий в осенне- весенний период, %;

$\Delta Q_{\text{н}}$ - экономия теплоэнергии от снижения ее отпуска в ночное время, %;

$\Delta Q_{\text{с}}$ - экономия теплоэнергии от снижения ее отпуска в выходные дни, %;

$\Delta Q_{\text{и}}$ - экономия теплоэнергии за счет учета теплопоступлений от солнечной радиации и бытовых тепловыделений, %.

Экономия теплоэнергии $\Delta Q_{\text{п}}$ от устранения перетопа зданий в осенне-весенний период отопительного сезона, когда теплоисточник отпускает теплоноситель с постоянной температурой, превышающей потребную для систем отопления ориентировочно может быть определена по таблице 12. Относительная продолжительность осенне-весеннего периода для г.Томск составляет 20%.

Таблица 12 – Экономия тепловой энергии от устранения перетопа зданий в осенне-весенний период

Относительная продолжительность осенне- весеннего периода, % отопительного сезона	Экономия теплоэнергии $\Delta Q_{\text{п}}$, % годового расхода
5	0,55
10	1,2
15	1,65
20	2,2
25	2,75
30	3,3
35	3,85

Экономия теплоэнергии ΔQ_n от снижения ее отпуска в ночное время определяется по выражению:

Таким образом, $\Delta Q_n = 2,2 \%$

$$\Delta Q_n = \frac{a \cdot \Delta t_g^{np}}{24(t_g^p - t_n^{cp})} \cdot 100, \quad (30)$$

где a - продолжительность снижения отпуска теплоты в ночное время, ч/сут.;

Δt^{np}_B - снижение температуры воздуха в помещениях в нерабочее время, °С;

t^p_B - усредненная расчетная температура воздуха в помещениях, °С.

t^{cp}_n - средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон, °С.

Для общественных зданий: снижение отпуска тепла рекомендуется производить с 21ч. Через a часов регулятор должен включить отопление на расход теплоты, обеспечивающий восстановление температуры до нормальной. Нормальная температура должна быть достигнута к 6-7 ч утра. Наиболее целесообразное снижение температуры $\Delta t^{np}_B = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (с $t^p_B = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ до $18 \text{ }^\circ\text{C}$). Для ориентировочных расчетов можно принять $a = 6-7$ ч.

Экономия тепловой энергии ΔQ_n за счет учета теплопоступлений от солнечной радиации и бытовых тепловыделений не учитываем.

Для жилых зданий:

$$\Delta Q_n = \frac{7 \cdot 2}{24(20 - (-6,8))} \cdot 100 = 2,2\%$$

Таким образом, экономия составит:

$$\Delta Q = 2,2 + 2,2 = 4,4\%.$$

В стоимостном выражении при существующих тарифах на тепловую энергию экономия составит:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \cdot Q_{от} \cdot n \cdot C_{тэ}, \quad (30)$$

где ΔQ – экономия тепловой энергии, %;

$Q_{от}$ – тепловая мощность системы отопления (2592,4 Гкал/год);

n – продолжительность отопительного периода, ч.

$C_{тэ}$ – тариф на тепловую энергию (1999,9 руб./Гкал).

$$\Delta \mathcal{E}_{авт} = 0,044 \cdot 2592,4 \cdot 1999,9 = 228120 \text{ руб}$$

Согласно эксплуатационным характеристикам систем панельного отопления, экономию тепловой энергии от их применения можно оценить в размере 10% от расчетного количества тепла, поставляемого в помещение. Мощность систем панельного отопления составляет 17,496 кВт. Годовое количество отпускаемого тепла определим как:

$$Q_o^{год} = Q_o \cdot n \cdot 24 \cdot 3600, \quad (31)$$

$$Q_o^{год} = 17,496 \cdot 249 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 10^{-6} = 376,4 \text{ Гкал}$$

Экономия тепловой энергии составит 37,64 Гкал. В стоимостном выражении:

$$\Delta \mathcal{E}_{пан} = 37,64 \cdot 1999,9 = 75277 \text{ руб}$$

Суммарная экономия денежных средств от реконструкции системы отопления составит:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta \mathcal{E}_{нез} + \Delta \mathcal{E}_{авт} + \Delta \mathcal{E}_{пан}, \quad (32)$$

$$\Delta \mathcal{E} = 2373241 + 228120 + 75277 = 2676638 \text{ руб}$$

Таким образом, срок окупаемости оборудования системы автоматизации составит [18]:

$$T = \frac{K_з}{\Delta \mathcal{E}} \quad (33)$$

$$T = \frac{1098897}{2676638} = 0,4 \text{ года}$$

Срок окупаемости реконструкции системы отопления составляет 0,4 года, делаем вывод, что применение независимой схемы и панелей лучистого отопления - экономически выгодное мероприятие с точки зрения энергосбережения и экономии энергетических ресурсов.

8.СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

8.1.Общие положения. Анализ источников опасности в тепловом пункте

Корпоративная социальная ответственность – это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за результаты деловых операций. Это обязательство предполагает, что организации добровольно принимают дополнительные меры для повышения качества жизни работников и их семей, а также местного сообщества и общества в целом.

Индивидуальная социальная ответственность – ответственность человека за результаты своей деятельности (прикладывает усилия, чтобы не наносить вред сотрудникам, предприятию, всему обществу или природе).

Социальная ответственность (корпоративная и индивидуальная) – важная составляющая устойчивого будущего человечества.

Для создания благоприятных условий для высокопроизводительного труда, усиления его творческого характера необходимо всемерное сокращение ручного, малоквалифицированного и тяжелого физического труда путем внедрения мероприятий по охране труда. Вопросам охраны труда уделяется большое внимание во всех промышленно развитых странах.

Охрана труда в нашей стране, согласно ГОСТ 12.0.002-80, определяется как “система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда”. При создании системы законодательных актов принимают соответствующие меры, направленные на сохранение здоровья и повышение производительности труда. Меры воздействия могут быть как медицинского,

так технического характера. Практически, во всем мире изучение проблем охраны труда проводится по этим двум научным направлениям.

Техническое направление включает рассмотрение вопросов техники безопасности и производственной санитарии. Научной основой технического направления охраны труда является сбор информации и анализ причин несчастных случаев, случаев травматизма на отдельном производстве и в целом по стране. Полученные данные используются для разработки коллективных и индивидуальных мер защиты здоровья работающих от опасных и вредных факторов в процессе труда.

Научной основой медицинского направления охраны труда является сбор информации и анализ состояния здоровья в отдельных коллективах и в целом по стране. Полученные данные позволяют разработать соответствующие медико-профилактические мероприятия.

Критерием оптимальности действий научной и практической служб охраны труда в целом является снижение травматизма и профессиональных заболеваний, надлежащий уровень здоровья работающих и их высокая работоспособность. Соблюдение требований по охране труда может оцениваться как показателями достигнутого экономического эффекта, так и отсутствием экономических потерь.

В целях дальнейшего совершенствования охраны труда в народном хозяйстве Госстандарт совместно с привлечением заинтересованных ведомств разработали единую систему стандартов безопасности труда (ССБТ).

Перед началом эксплуатации объекта, проектной или эксплуатирующей организацией должен быть разработан индивидуальный технологический регламент. Технологический регламент должен быть разработан на основании:

- Проектной и рабочей документации;
- Руководств по эксплуатации на отдельное оборудование и системы;
- Требований действующей нормативно-технической документации;

- Требований законодательства РФ.

Целью разработки регламента является установление требований к обеспечению промышленной безопасности, работоспособности и надежности пожароопасных объектов цеха. Технологический регламент должен установить нормы и требования по:

- техническому уровню процессов подготовки топлива;
- физико-химическим и теплофизическим свойствам веществ;
- технической эксплуатации комплекса топливоснабжения, поддержанию и регулированию параметров;
- ликвидации аварий;
- контролю основных видов работы и надежности пожароопасных установок (дистанционный контроль параметров, телемеханизация, дефектоскопия и т.д.);
- пуску и остановке отдельных узлов установок;
- охране окружающей среды.

Основные мероприятия, предусмотренные проектом и направленные на безаварийную и безопасную эксплуатацию оборудования, приведены ниже.

Тепловой пункт расположен в подвальном помещении центра культуры. Внутри теплового пункта располагается следующее основное технологическое оборудование: насосные агрегаты, 2 теплообменных аппарата и вспомогательное оборудование. Все оборудование расположено таким образом, что обеспечивается доступ к нему для осуществления обслуживания.

Выбросы вредных химических веществ, а также горючих газов в помещении теплового пункта отсутствуют, так как нет источников возможного загрязнения.

Источниками опасности в тепловом пункте могут быть: рабочая зона и средства обеспечения ее жизнедеятельности (микроклимат, освещение и

пожаробезопасность), материалы, инструменты, оборудование и оснастка, а также технологические процессы. При осуществлении ремонтных работ могут наблюдаться выбросы пыли, отрицательно влияющие на микроклимат в помещении. Также источником опасности являются электрические приборы, находящиеся в тепловом пункте.

В тепловом пункте имеются трубопроводы тепловой сети с температурой теплоносителя 130 °С. Некоторые трубопроводы по технологическим особенностям неизолированные и поэтому дают довольно сильное тепловое излучение. Кроме этого рассмотренные трубопроводы представляют опасность еще и как сосуды, работающие под давлением.

8.2. Анализ условий труда и меры защиты

Данные по исследованию опасных и вредных факторов в помещении теплового пункта представлены в таблице 13. Основными такими факторами являются: температура открытых поверхностей, шум, микроклимат внутри помещения и электрические приборы. В таблице приведено сравнение нормативных параметров с фактическими и предложены мероприятия по защите от опасных и вредных факторов, неблагоприятно влияющих на безопасность жизнедеятельности внутри помещения[19].

Таблица 13 – Опасные и вредные факторы на рабочих местах и применяемые средства защиты

Рабочие места в помещении	Опасные и вредные факторы	Параметры		Обоснование норм	Средства защиты
		Фактические	Нормативные		
1	2	3	4	5	6
Помещение теплового пункта	1. Параметры микроклимата (для холодного периода года на постоянных рабочих местах для помещений, характеризующихся значительными избытками явного тепла, для категории II б):			СанПиН 2.2.4. 548-96	Нормализация параметров микроклимата с помощью систем вентиляции
	-температура воздуха, °С	18	17...19		
	-относительная влажность воздуха, %	40...60	40...60		
	-скорость движения воздуха, м/с	0,1	0,1		

Рабочие места в помещении	Опасные и вредные факторы	Параметры		Обоснование норм	Средства защиты
		Фактические	Нормативные		
1	2	3	4	5	6
Помещение теплового пункта	1. Параметры микроклимата (для холодного периода года на постоянных рабочих местах для помещений, характеризуемых значительными избытками явного тепла, для категории II б):			СанПиН 2.2.4. 548-96	Нормализация параметров микроклимата с помощью систем вентиляции
	-температура воздуха, ° С	18	17...19		
	-относительная влажность воздуха, %	40...60	40...60		
	-скорость движения воздуха, м/с	0,1	0,1		

Рабочие места в помещении	Опасные и вредные факторы	Параметры		Обоснование норм	Средства защиты
		Фактические	Нормативные		
1	2	3	4	5	6
Помещение теплового пункта	<p>2. Освещение рабочего места:</p> <p>Характеристика зрительной работы: средняя точность.</p> <p>Наименьший размер объекта различения: св. 0,3 до 0,5 мм.</p> <p>Разряд и под разряд зрительной работы: III, г.</p> <p>Контраст объекта с фоном – большой, фон – светлый.</p>			СНиП 23-05-95	Не требуется
	<p>а) Естественным светом: КЕО е, % (при боковом освещении)</p> <p>б) Искусственным светом, освещенность, Е, лк (при общем освещении)</p>	- 200	- 200		

Рабочие места в помещении	Опасные и вредные факторы	Параметры		Обоснование норм	Средства защиты
		Фактические	Нормативные		
1	2	3	4	5	6
Помещение теплового пункта	3.Производственный шум: Уровни звукового давления в октавных полосах со среднегеометрическим и частотами, Гц			ГОСТ 12.1.003-83*	Не требуется
	63	94	99		
	125	90	92		
	250	78	86		
	500	77	83		
	1000	79	80		
	2000	70	78		
	4000	70	76		
8000	70	74			
	4. Запыленность воздуха. Концентрация пыли на рабочем месте, мг/м ³	1,7	6	ГОСТ 12.1.012-90	Не требуется

Рабочие места в помещении	Опасные и вредные факторы	Параметры		Обоснование норм	Средства защиты
		Фактические	Нормативные		
1	2	3	4	5	6
Помещение теплового пункта	6. Температура открытых поверхностей	45	45	СНиП 41-03-2003	Использование ППУ изоляции всех трубопроводов

8.3 Определение категории работ

Слесарь-ремонтник в помещении теплового пункта осуществляет работы, связанные с заменой и ремонтом отдельных частей насосного и теплообменного оборудования и арматуры. Его работа связана с ходьбой и переносом груза массой 1-10 кг, при этом его энергозатраты составляют 233 – 290 Вт, а напряженность его труда можно охарактеризовать как умеренную. Это позволяет отнести производимую слесарем-ремонтником работу к категории Пб. Нормативные и фактические значения параметров микроклимата для данной категории работ приведены в таблице 10.

8.4 Пожаробезопасность

Пожары представляют опасность для работающих, причиняют значительные повреждения и материальный ущерб, могут вызвать остановку работ. Пожар – неконтролируемый процесс горения материалов и веществ, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей[20].

По пожаро- и взрывоопасности помещение теплового пункта относится к категории пожароопасных (табл. 14).

Таблица 14 – Категорирование по пожарной опасности

Характеристика производства	Категория пожароопасности	Характеристика веществ
Пожароопасное	Д	Несгораемые вещества и материалы в горячем состоянии

В зависимости от категории пожарной опасности выбираем степень огнестойкости помещения I (табл. 15).

Таблица 15 – Степень огнестойкости [21]

Степень огнестойкости	Предел огнестойкости, мин				
	Несущие элементы	Несущие стены	Перекрытия	Покрытия	Площадки, стены
I	R-120	R-30	REY-60	RE-30	REY-120

где R – несущая способность (прочность на сжатие, растяжение);

E – огнезащитная способность (характеризуется способностью не пропускать пламя из одного помещения в другое);

Y – теплоизоляционная способность.

При возникновении пожара необходимо немедленно, до прибытия пожарного подразделения привести в действие соответствующие подручные средства тушения, проверить включение автоматических систем тушения, эвакуировать ценное оборудование, отключить подачу электроэнергии.

В помещении теплового пункта для тушения огня предусмотрены пенные огнетушители и пожарный инвентарь.

8.5. Защита персонала от поражения электрическим током

Для защиты персонала от возможности травмирования электрическим током применяют защитное заземление электрооборудования, ограничение доступа к токоведущим частям персонала, не имеющего права к обслуживанию данного оборудования, путем ограждения зоны или вывешиванием специальных предупредительных знаков. Питание устройств осуществляется от силового щита через автоматический предохранитель, срабатывающий при коротком замыкании нагрузки. Необходимо поддержание поверхностей, на которых расположены органы управления электрооборудованием, в чистоте и сухости. Общее освещение организовано с применением ламп с напряжением питания 220В. Расположены светильники на высоте не менее 2 м от пола в защитных кожухах.

8.6. Расчет сопротивления защитного заземления электрооборудования

Защитное заземление электрооборудования является одним из основных защитных средств от воздействия параметров электрического тока и представляет собой преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетокоподводящих частей электрооборудования. В помещении теплового пункта используются электроустановки с напряжением до 1000 В [22].

Выбираем электроды – прут круглого сечения $\varnothing 57$ мм, соединённые между собой магистраль – полоса 40х4 мм.

Определяем сопротивление растеканию электрического тока при замыкании на землю одного электрода по формуле:

$$R_{эл} = \frac{\rho}{2\pi l_{эл}} \left(\ln \frac{2l_{эл}}{d} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot h_1 + l_{эл}}{4 \cdot h_1 - l_{эл}} \right), \quad (34)$$

где $\rho = 300$ Ом·м – удельное электрическое сопротивление чернозёма;

$l_{эл} = 3$ м – длина электрода;

$d = 0,057$ м – диаметр электрода;

$h_1 = h_2 + l_{эл}/2 = 0,5 + 3/2 = 2,0$ м – расстояние от поверхности земли до половины длины электрода;

$h = 0,5$ м – глубина закладки электрода в грунт.

$$R_{эл} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,057} + 0,5 \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,0 + 3}{4 \cdot 2,0 - 3} \right) = 80,43 \text{ Ом}$$

Необходимое количество заземляющих электродов определяем по формуле:

$$n = \frac{R_{эл} \cdot K_c}{R_{мз} \cdot \eta_{эл}}, \quad (35)$$

где $K_c = 1,75$ – коэффициент сезонности;

$R_{мз} = 4$ Ом – максимально допустимое сопротивление заземляющего устройства;

$\eta_{эл}=0,61$ – коэффициент использования электродов.

$$n = \frac{96,2 \cdot 1,75}{4 \cdot 0,61} = 69 \text{ шт.}$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$L_{п} = (n - 1)a + 0,14,$$

где $a = 3$ м – расстояние между электродами.

$$L_{п} = (69 - 1) \cdot 3 + 0,14 = 204,14 \text{ м.}$$

Если обозначить ширину соединительной полосы символом b , то электрическое сопротивление определяется по формуле:

$$R_{пол} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \ln \frac{2 \cdot L_n^2}{b \cdot h} \quad (36)$$

$$R_{пол} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 204,14} \ln \frac{2 \cdot 204,14^2}{0,06 \cdot 0,5} = 3,47 \text{ Ом}$$

Тогда электрическое сопротивление защитного заземления, состоящего из n электродов и полосы шириной b и длиной L , определяется из соотношения:

$$R_{зз} = \frac{R_c \cdot R_n}{R_c + R_n} \leq R_{зз}^н, \quad (37)$$

$$R_{зз} = \frac{80,43 \cdot 3,47}{80,43 + 3,47} = 3,33 \text{ Ом}$$

Таким образом, $R_{зз} < R_{доп} = 4$ Ом.

Сопротивление растеканию электрического тока от всей системы искусственного заземления $R_{зз} = 3,33$ Ом не превышает допустимого.

Система отопления ТГУ запроектирована с учетом требований техники безопасности при их эксплуатации. Не наносит вреда окружающей среде и не нарушают санитарно-гигиенические нормы, соответствуют нормальным условиям отдыха. Технические решения, принятые в технологических процессах эксплуатации системы отопления позволяют:

– снизить влияние факторов, которые могут оказать негативные последствия и нанести ущерб здоровью человека;

– повысить эффективность работы системы отопления теплоснабжения цеха.

Проблемы деградации окружающей среды и повышения напряженности в социальной сфере однозначно оказывают влияние на снижение качества жизни человека. Лично я, работая в сфере эксплуатации теплоэнергетических объектов, принимал участие в разработке и внедрении энергосберегающих мероприятий на предприятии, которые ведут к экономии топливно-энергетических ресурсов и, как следствие, к уменьшению ущерба окружающей среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе произведена реконструкция системы отопления Центра Культуры ТГУ, расположенного по адресу г.Томск, Проспект Ленина, 36а. с установкой в актовом зале панелей лучистого отопления. Также планируется внедрение независимой системы теплоснабжения вместо существующей зависимой.

За расчетную температуру для проектирования систем отопления принимается температура наиболее холодной пятидневки с обеспеченностью 0,92 - 39 °С. Температура начала-конца отопительного периода принимается равной +10 °С, т.к. температура наиболее холодной пятидневки ниже -30 °С.

На первоначальном этапе был произведен теплотехнический расчет ограждающих конструкций с определением их термических сопротивлений и коэффициентов теплопередачи. На основании теплотехнического расчета был проведен расчет тепловых потерь с учетом инфильтрации

Суммарные потери тепла зданием составляют 100,437 кВт.

Существующая двухтрубная система отопления с отопительными приборами-радиаторами, установленными у наружной стены помещения, не обеспечивает нормируемые параметры микроклимата в помещении. Прогрев помещения осуществляется неравномерно, наиболее удаленный от отопительных приборов участки имеют температуру внутреннего воздуха ощутимо ниже, чем у отопительных приборов. Данную проблему предлагается решить установкой панелей лучистого отопления Zehnder ZIP в актовом зале здания. Также имеет место изменение температуры воздуха по высоте помещения.

Теплоносителем в панелях лучистого отопления является вода 95 °С с давлением до 0,5 МПа. Внутри панели в пазах уложены трубки, которые прогреваются при прохождении по ним греющего теплоносителя. Основной теплообмен осуществляется посредством излучения.

Принцип действия излучающих панелей ZIP основан на лучистом теплообмене. Тепло, изначально минуя воздух, передается от потолочных панелей непосредственно ограждающим конструкциям (пол, стены, окна) и предметам, находящимся в помещении.

Теплопотери, которые нужно компенсировать системой отопления актового зала, составляют 17439 Вт.

Принимаем к установке 10 панелей: 7 панелей длиной 18 м (3 модуля по 6 м на панель) и 3 панели длиной 12 м (3 модуля по 4 м на панель). Суммарная длина панелей составит 162 м.

В данный момент система теплоснабжения здания выполнена по зависимой закрытой схеме со смесительным циркуляционным насосом.

Предполагается перейти от зависимой схемы присоединения к независимой.

Независимая система отопления предполагает, что отопительное оборудование потребителей гидравлически изолировано от тепловой сети, в индивидуальном пункте используется пластинчатый теплообменник.

Для системы отопления устанавливаем пластинчатый теплообменный аппарат XGM-050-16/1-14M тепловой мощностью 120,5 кВт

Рекомендуется установка противонакипного устройства USP-300 на входе и выходе из теплообменника.

В выпускной квалификационной работы был проведен расчет зависимости температур теплоносителя от температуры наружного воздуха и построен температурный график регулирования, подобрано оборудование системы автоматизации.

Капитальные затраты на реконструкцию составили 790 тыс. руб., экономическая выгода от реализации мероприятия – 2,67 млн.руб./год.

Срок окупаемости реконструкции системы отопления составляет 0,3 года, делаем вывод, что применение независимой схемы и панелей лучистого отопления - экономически выгодное мероприятие с точки зрения энергосбережения и экономии энергетических ресурсов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* (с Изменением N 2)
- 2 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003
- 3 Щекин Р.В. и др. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Книга 1. Отопление и теплоснабжение / Р.В. Щекин. – Киев: Будивельник, 1976. – 414 с.
- 4 Богословский В.Н. и др. Отопление и вентиляция / В.Н. Богословский. – М.: Стойиздат, 1980. – 294 с.
- 5 Сканави А.Н., Махов Л.М. Отопление: Учеб. для вузов. - М.: Издательств-во АСВ, 2002.
- 6 Сайт «Потолочные панели Zehnder ». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <https://www.zehnder-radiator.ru>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.
- 7 Крупнов Б.А. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха/Б.А. Крупнов,Н.С.Шарафадинов. – М.:Вена,2008.-220 с.
- 8 Хрусталева Б.М., Кувшинов Ю.Я., Копко В.М. и др. «Теплоснабжение и вентиляция» М.: Издательство Ассоциации строительных вузов,2008. – 783 с.
- 9 Сайт «Производственно-инжиниринговая компания Ридан». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://www.ridan.ru/>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.
- 10 Наладка и эксплуатация водяных тепловых сетей [Текст]: справочник / В.И. Манюк и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 432 с.
- 11 Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети [Текст]: учебник для вузов / Е.Я. Соколов. – 7-е изд., стереот. – М.: Издательство МЭИ, 2001. – 472 с.

12СП 41-101-95, Проектирование тепловых пунктов

13 Сайт «WIL0: Программа подбора». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://www.wilo-select.com>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.

14 Теплоснабжение [Текст]: учебник для вузов / А.А.Ионин и др.; под ред. А.А. Ионина. – М.: Стройиздат, 1982. – 336с.

15 Теплоснабжение [Текст]: учебное пособие / В.Е. Козин и др. – М.: Высшая школа, 1980. – 408 с.

16 Сайт «Danfoss: оборудование». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://www.danfoss.ru>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.

17 Сайт «Группа компания Взлет». Обзор [Электронный ресурс]: URL: <http://vzljot.ru/>, доступ свободный. – Яз. рус.,анг. Дата обращения 20.12.2017 г.

18 Сляренко В.К., Прудников В.М. Экономика предприятия [Текст]: Учебник – М.: Инфра-М, 2008. – 528с.

19 Безопасность жизнедеятельности [Текст]: учебник для вузов / С.В. Белов и др.; под ред. С.В. Белова. – М.: Высш. Шк., 1999. – 448 с.

20 Бочарников А.С. Оценка параметров производственных факторов и средств защиты от них [Текст] / А.С. Бочарников, О.А.Бочарникова, В.В. Поляков. – Липецк: Издательство ЛГТУ, 2011. – 59 с.

21 СНиП 12.02-2002.Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [Текст]: введ. в действие 01.01 2003 г.М.: Управление экономики и международной деятельности Госстроя России.

22 Правила устройства электроустановок [Текст]: введ. в действие 08.07.2002 г. – М.: Минэнерго России,2002. – 222с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Расчет теплопотерь

N, п/п	Обозначение	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры ахб,	Площадь F, м ²	Разность температур $t_{вн} - t_{вн}$, °С	Поправочный коэффициент	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м ² ·К)	Основная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добавочных потерь, Q, Вт	Потеря через ограждение, $\Sigma Q_{огр}$, Вт	Потеря на инфильтрацию, $\Sigma Q_{инф}$, Вт	Общая потеря, ΣQ , Вт
									На ориентацию	На обдувание ветром	Другие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	НС	С	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	15	10	5	130	858	124	983
	НС	З	6,7x2,9	19,43	47	1	0,253	231	15	10	5	300			
	Ок	З	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10	5	225			
	Дв	З	1,2x2,1	2,52	47	1	0,422	50	15	10	5	65			
	Пол		6,7x2,9	19,43	47	0,6	0,251	138				138			
2	НС	С	7,9x2,9	22,91	47	1	0,253	272	15	10		341	1496	217	1713
	Ок	С	1,35x1,6x4	8,64	47	1	1,707	693	15	10		866			
	Пол			40,8	47	0,6	0,251	289				289			
3	НС	С	3,2x2,9	9,28	47	1	0,253	110	15	10		138	1119	162	1281
	Ок	С	1,35x1,6x4	8,64	47	1	1,707	693	15	10		866			
	Пол			16,2	47	0,6	0,251	115				115			
4	НС	С	5,76x2,9	16,7	47	1	0,253	199	15	10		248	488	71	558
	Пол			33,8	47	0,6	0,251	239				239			
5	НС	С	2,7x2,9	7,83	49	1	0,253	97	15	10	5	126	301	44	345
	НС	В	2,7x2,9	7,83	49	1	0,253	97	10	10	5	121			
	Пол			7,3	49	0,6	0,251	54				54			
6	НС	В	3x2,9	8,7	47	1	0,253	103	10	10		124	181	26	208
	Пол			8,1	47	0,6	0,251	57				57			

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7	НС	В	1,6x2,9	4,64	47	1	0,253	55	10	10		66	126	18	144
	Дв	В	1,2x2,1	2,52	47	1	0,422	50	10	10		60			
8	Пол			12,2	47	0,6	0,251	86				86	86	13	99
9	НС	В	3,48x2,9	10,09	47	1	0,253	120	10	10		144	774	112	886
	Ок	В	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	10	10		416			
	Пол			30,2	47	0,6	0,251	214				214			
10	Пол			12,9	47	0,6	0,251	91				91	91	13	105
11	НС	В	2,65x2,9	7,69	47	1	0,253	91	10	10		110	408	59	467
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
	Пол			7,3	47	0,6	0,251	52				52			
12	НС	В	2,82x2,9	8,18	47	1	0,253	97	10	10	5	122	641	93	733
	НС	Ю	4,4x2,9	12,76	47	1	0,253	152	0	10	5	174			
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10	5	257			
	Пол			12,4	47	0,6	0,251	88				88			
13	НС	Ю	4,3x2,9	12,47	47	1	0,253	148	0	10		163	502	73	575
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
	Пол			16	47	0,6	0,251	113				113			
14	Пол			3,6	47	0,6	0,251	25				25	25	4	29
15	Пол			9,3	47	0,6	0,251	66				66	66	10	75

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -tн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
16	Пол			6,9	47	0,6	0,251	49				49	49	7	56
17	Пол			53,8	47	0,6	0,251	381				381	381	55	436
18	Пол			15,2	47	0,6	0,251	108				108	108	16	123
19	Пол			13,6	47	0,6	0,251	96				96	96	14	110
20	Пол			21,4	47	0,6	0,251	151				151	151	22	173
21	Пол			161,3	47	0,6	0,251	1142				1142	1142	166	1307
21a	НС	Ю	14,62x2,9	42,4	47	1	0,253	504	0	10		555	3040	441	3480
	Окно	Ю	1,6x1,6x5	12,8	47	1	1,707	1027	0	10		1130			
	Пол			191,5	47	0,6	0,251	1355				1355			
22	НС	В	2,7x2,9	7,83	47	1	0,253	93	10	10		112	334	49	383
	Дв	В	1,2x2,1	2,52	47	1	0,422	50	10	10		60			
	Пол			23	47	0,6	0,251	163				163			
23	Пол			13,2	47	0,6	0,251	93				93	93	14	107
24	Пол			16	47	0,6	0,251	113				113	113	16	130
25	НС	В	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	10	10		120	415	60	476
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
	Пол			6,9	47	0,6	0,251	49				49			
26	НС	В	4x2,9	11,6	49	1	0,253	144	10	10	5	180	587	85	672
	НС	Ю	2,58x2,9	7,48	49	1	0,253	93	0	10	5	107			

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	49	1	1,707	214	0	10	5	246			
	Пол			7,4	49	0,6	0,251	55				55			
27	НС	Ю	4x2,9	11,6	47	1	0,253	138	0	10		152	895	130	1025
	Ок	Ю	2,58x2,9	7,48	47	1	1,707	600	0	10		660			
	Пол		1,6x1,6	11,7	47	0,6	0,251	83				83			
28	НС	З	3,9x2,9	11,31	47	1	0,253	134	15	10	5	175	1312	190	1502
	НС	Ю	5,7x2,9	16,53	47	1	0,253	197	0	10	5	226			
	Ок	З	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10	5	267			
	Ок	Ю	1,6x1,6x2	5,12	47	1	1,707	411	0	10	5	472			
	Пол			24,2	47	0,6	0,251	171				171			
29	НС	Ю	2,57x2,9	7,45	47	1	0,253	89	0	10		97	423	61	484
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
	Пол			14	47	0,6	0,251	99				99			
30	НС	Ю	2,95x2,9	8,56	47	1	0,253	102	0	10		112	451	65	516
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
	Пол			16	47	0,6	0,251	113				113			
31	НС	С	8,65x2,9	25,09	47	1	0,253	298	15	10	5	388	1585	230	1815
	НС	З	2,7x2,9	7,83	47	1	0,253	93	15	10	5	121			
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10	5	267			

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахb,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -tн, °С	Поправ очный коэффици ент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Пол			114,3	47	0,6	0,251	809				809			
32	НС	С	5,83x2,9	16,91	47	1	0,253	201	15	10		251	879	127	1006
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10		257			
	Пол			52,4	47	0,6	0,251	371				371			
33	Пол			338,9	47	0,6	0,251	2399				2399	2399	348	2747
34	НС	Ю	2,3x2,9	6,67	47	1	0,253	79	0	10		87	954	138	1093
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
	Пол			90,6	47	0,6	0,251	641				641			
35	НС	С	5,43x2,9	15,75	47	1	0,253	187	15	10		234	836	121	957
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10		257			
	Пол			48,8	47	0,6	0,251	345				345			
36	НС	С	5,37x2,9	15,57	47	1	0,253	185	15	10		231	1197	174	1371
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10		257			
	Пол			100,2	47	0,6	0,251	709				709			
37	НС	С	3,17x2,9	9,19	47	1	0,253	109	15	10		137	214	31	245
	Пол			10,9	47	0,6	0,251	77				77			
38	НС	С	1,86x2,9	5,39	49	1	0,253	67	15	10		84	168	24	193
	Пол			11,5	49	0,6	0,251	85				85			
39	НС	С	4,78x2,9	13,86	49	1	0,253	172	15	10	5	223	1104	160	1264

N, п/п	Обо- зна- чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	49	1	1,707	214	15	10	5	278			
	НС	З	3,4x2,9	9,86	49	1	0,253	122	15	10	5	159			
	Пол			60,1	49	0,6	0,251	444				444			
40	НС	С	12,62x2,9	36,6	49	1	0,253	454	15	10	5	590	1681	244	1924
	НС	З	6,85x2,9	19,87	49	1	0,253	246	15	10	5	320			
	Дв	С	1,2x2,1x2	5,04	49	1	0,422	104	15	10	5	135			
	Пол			86,07	49	0,6	0,251	635				635			
40а	НС	С	9,4x2,9	27,26	49	1	0,253	338	15	10	5	439	1226	178	1403
	НС	З	3,25x2,9	9,43	49	1	0,253	117	15	10	5	152			
	НС	Ю	2,3x2,9	6,67	49	1	0,253	83	0	10	5	95			
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	49	1	1,707	214	15	10		268			
	Пол			36,8	49	0,6	0,251	272				272			
41	НС	З	6,33x2,9	18,36	47	1	0,253	218	15	10		273	962	139	1101
	Ок	З	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10		433			
	Пол			36,1	47	0,6	0,251	256				256			
42	НС	З	5,9x2,9	17,11	49	1	0,253	212	15	10	5	276	1011	147	1158
	НС	Ю	5,89x2,9	17,08	49	1	0,253	212	0	10	5	244			
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	49	1	1,707	214	0	10	5	246			
	Пол			33,3	49	0,6	0,251	246				246			

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
43	Пол			51,2	47	0,6	0,251	362				362	362	53	415
44	НС	З	3,37x2,9	9,77	49	1	0,253	121	15	10	5	158	542	79	621
	НС	Ю	5,77x2,9	16,73	49	1	0,253	207	0	10	5	239			
	Пол			19,8	49	0,6	0,251	146				146			
45	НС	Ю	5,2x2,9	15,08	47	1	0,253	179	0	10		197	609	88	697
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
	Пол			26,2	47	0,6	0,251	185				185			
46	НС	Ю	5,8x2,9	16,82	47	1	0,253	200	0	10		220	505	73	578
	Дв	Ю	1,2x2,1	2,52	47	1	0,422	50	0	10		55			
	Пол			32,2	47	0,6	0,253	230				230			
47	НС	Ю	5,31x2,9	15,4	47	1	0,253	183	0	10	5	211	942	137	1078
	НС	В	6,55x2,10	13,76	47	1	0,253	164	10	10	5	204			
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10	5	236			
	Дв	В	1,2x2,1	2,52	47	1	0,422	50	10	10	5	62			
	Пол			32,2	47	0,6	0,251	228				228			
48	НС	С	9,4x2,9	27,26	47	1	0,253	324	15	10	5	421	925	134	1059
	НС	З	3,25x2,9	9,43	47	1	0,253	112	15	10	5	146			
	НС	Ю	2,3x2,9	6,67	47	1	0,253	79	0	10	5	91			
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10	5	267			
49	НС	С	11,69x2,9	33,9	47	1	0,253	403	15	10	5	524	2381	345	2726

N, п/п	Обо- зна- чени- е	Ориента- ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло- щадь F, м ²	Разнос- ть темпе- ратур тв -tн, °С	Поправ- очный коэффици- ент п	Коэффи- циент теплопе- редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ- ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво- чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт- рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте- ри, ΣQ, Вт
									На ориент- ацию	На обдува- ние ветром	Дру- гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	НС	З	11,26x2,9	32,65	47	1	0,253	388	15	10	5	505			
	Ок	С	1,35x1,6x6	12,96	47	1	1,707	1040	15	10	5	1352			
50	НС	З	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	15	10		125	342	50	391
	Ок	С	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
51	НС	З	2,72x2,9	7,89	47	1	0,253	94	15	10		117	550	80	630
	Ок	С	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10		433			
53	НС	Ю	8,36x2,9	24,24	47	1	0,253	288	0	10	5	332	3579	519	4098
	НС	Ю	18x2,9	52,2	47	1	0,253	621	0	10	5	714			
	Ок	Ю	1,6x1,6x5	12,8	47	1	1,707	1027	0	10	5	1181			
	НС	З	2,72x2,9	7,89	47	1	0,253	94	15	10	5	122			
	Ок	З	1,6x1,6x2	5,12	47	1	1,707	411	15	10	5	534			
	НС	С	5,5x2,9	15,95	47	1	0,253	190	15	10	5	247			
	Ок	С	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
54	НС	З	5,9x2,9	17,11	47	1	0,253	203	15	10		254	688	100	787
	Ок	З	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10		433			
55	НС	З	5,9x2,9	17,11	47	1	0,253	203	15	10	5	264	739	107	846
	НС	Ю	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	0	10	5	238			
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10	5	236			
58	НС	Ю	5,97x2,9	17,31	47	1	0,253	206	0	10		226	483	70	553

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -tн, °С	Поправ очный коэффици ент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего доба во чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10		257			
59	НС	Ю	3,6x2,9	10,44	47	1	0,253	124	0	10		137	362	53	415
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10		226			
62	НС	З	6,8x2,9	19,72	47	1	0,253	234	15	10	5	305	787	114	901
	НС	Ю	6,2x2,9	17,98	47	1	0,253	214	0	10	5	246			
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10	5	236			
63	НС	В	4,1x2,9	11,89	47	1	0,253	141	10	10		170	416	60	476
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
64	НС	В	3,62x2,9	10,5	47	1	0,253	125	10	10		150	396	57	454
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
65	НС	В	3x2,9	8,7	47	1	0,253	103	10	10		124	371	54	424
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
66	НС	В	2,23x2,9	6,47	47	1	0,253	77	10	10		92	339	49	388
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
67	НС	В	4,1x2,9	11,89	47	1	0,253	141	10	10	5	177	665	96	762
	НС	Ю	5,85x2,9	16,97	47	1	0,253	202	0	10	5	232			
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10	5	257			
68	НС	Ю	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	0	10		228	609	88	697
	Ок	Ю	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	0	10		381			

N, п/п	Обозначение	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры ахб,	Площадь F, м ²	Разность температур -tн, °С	Поправочный коэффициент	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м ² ·К)	Основная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добавочных потерь, Q, Вт	Потеря через огра. constr., ΣQогр, Вт	Потеря на инфильтрацию, ΣQинф, Вт	Общ. потери, ΣQ, Вт
									На ориентацию	На обдувание ветром	Другие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
69	НС	Ю	5,9x2,9	17,11	47	1	0,253	203	0	10	5	234	589	85	674
	НС	В	3,2x2,9	9,28	47	1	0,253	110	10	10	5	138			
	Ок	В	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	10	10	5	217			
70	НС	В	2,5x2,9	7,25	47	1	0,253	86	10	10		103	311	45	357
	Ок	В	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	10	10		208			
71	НС	С	25x5,8	145	47	1	0,253	1724	15	10	9	2310	15231	2208	17439
	НС	С	25x5,8	145	47	1	0,253	1724	15	10	9	2310			
	Ок	С	1,6x1,6x4	10,24	47	1	1,707	822	15	10	9	1101			
	Пот			1012,6	47	0,9	0,222	9509				9509			
72	НС	С	2,76x2,9	8	47	1	0,253	95	15	10	5	124	843	122	966
	НС	З	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	15	10	5	269			
	Ок	З	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
73	НС	С	2,25x2,9	6,53	47	1	0,253	78	15	10		97	314	45	359
	Ок	С	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
74	НС	С	3,25x2,9	9,43	47	1	0,253	112	15	10		140	357	52	408
	Ок	С	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
75	НС	С	5,5x2,9	15,95	47	1	0,253	190	15	10	5	247	917	133	1050
	Ок	С	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
	НС	В	5,1x2,9	14,79	47	1	0,253	176	10	10	5	220			

N, п/п	Обо- зна- чени- е	Ориента- ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло- щадь F, м ²	Разнос- ть темпе- ратур тв -тн, °С	Поправ- очный коэффици- ент п	Коэффи- циент теплопе- редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ- ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего доба- во- чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт- рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте- ри, ΣQ, Вт
									На ориент- ацию	На обдува- ние ветром	Дру- гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
77	НС	В	5,9x2,9	17,11	47	1	0,253	203	10	10		244	737	107	844
	Ок	В	1,6x1,6x2	5,12	47	1	1,707	411	10	10		493			
78	НС	В	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	10	10		120	366	53	420
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
79	НС	В	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	10	10		120	366	53	420
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
80	НС	В	2,9x2,9	8,41	47	1	0,253	100	10	10		120	366	53	420
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
81	НС	В	3x2,9	8,7	47	1	0,253	103	10	10		124	371	54	424
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
82	НС	В	5,7x2,9	16,53	47	1	0,253	197	10	10		236	482	70	552
	Ок	В	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	10	10		246			
84	НС	С	9,4x2,9	27,26	47	1	0,253	324	15	10	5	421	1271	184	1455
	НС	З	3,25x2,9	9,43	47	1	0,253	112	15	10	5	146			
	НС	Ю	2,3x2,9	6,67	47	1	0,253	79	0	10	5	91			
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10	5	267			
	Пот			36,8	47	0,9	0,222	346				346			
85	НС	З	3,14x2,9	9,11	47	1	0,253	108	15	10		135	522	76	598
	Ок	З	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			

N, п/п	Обо зна- чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффици ент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добаво чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQинф, Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Пот			18,1	47	0,9	0,222	170				170			
86	НС	З	2,46x2,9	7,13	47	1	0,253	85	15	10		106	462	67	529
	Ок	З	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
	Пот			14,8	47	0,9	0,222	139				139			
87	НС	З	6,4x2,9	18,56	47	1	0,253	221	15	10	5	287	1284	186	1470
	НС	Ю	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	0	10	5	238			
	Ок	Ю	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	0	10	5	399			
	Пот			38,4	47	0,9	0,222	361				361			
88	НС	С	17,46x2,9	50,63	47	1	0,253	602	15	10	5	783	7832	1136	8967
	НС	Ю	17,46x2,9	50,63	47	1	0,253	602	0	10	5	692			
	НС	З	12x2,9	34,8	47	1	0,253	414	15	10	5	538			
	Ок	С	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
	Ок	С	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	15	10	5	267			
	Ок	Ю	1,35x1,6x4	8,64	47	1	1,707	693	0	10	5	797			
	Пот			458,3	47	0,9	0,222	4304				4304			
89	Пот			33,4	47	0,9	0,222	314				314	314	45	359
90	Пот			32	47	0,9	0,222	300				300	300	44	344
91	НС	З	6,8x2,9	19,72	47	1	0,253	234	15	10	5	305	1400	203	1603
	НС	Ю	6,2x2,9	17,98	47	1	0,253	214	0	10	5	246			

N, п/п	Обо зна чени е	Ориента ция по сторона м света	Расчетные размеры ахб,	Пло щадь F, м ²	Разнос ть темпе ратур тв -тн, °С	Поправ очный коэффи циент п	Коэффи циент теплопе редачи к, Вт/(м ² ·К)	Основ ная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего доба во чных потерь, Q, Вт	Потеря через огр. констр., ΣQ _{огр} , Вт	Потеря на инфилт рацию, ΣQ _{инф} , Вт	Общ. поте ри, ΣQ, Вт
									На ориент ацию	На обдува ние ветром	Дру гие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	НС	В	6,8x2,9	19,72	47	1	0,253	234	10	10	5	293			
	Ок	Ю	1,6x1,6	2,56	47	1	1,707	205	0	10	5	236			
	Пот			34,1	47	0,9	0,222	320				320			
92	НС	С	2,76x2,9	8	47	1	0,253	95	15	10	5	124	1040	151	1191
	НС	З	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	15	10	5	269			
	Ок	З	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
	Пот			21	47	0,9	0,222	197				197			
93	НС	С	2,25x2,9	6,53	47	1	0,253	78	15	10		97	419	61	480
	Ок	С	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
	Пот			11,2	47	0,9	0,222	105				105			
94	НС	С	3,25x2,9	9,43	47	1	0,253	112	15	10		140	503	73	576
	Ок	С	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	15	10		217			
	Пот			15,6	47	0,9	0,222	146				146			
95	НС	С	5,5x2,9	15,95	47	1	0,253	190	15	10	5	247	1148	166	1315
	Ок	С	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	15	10	5	451			
	НС	В	5,1x2,9	14,79	47	1	0,222	154	10	10	5	193			
	Пот			27,5	47	0,9	0,222	258				258			
96	НС	Ю	5,9x2,9	17,11	47	1	0,253	203	0	10	5	234	736	107	843
	НС	В	3,2x2,9	9,28	47	1	0,253	110	10	10	5	138			

N, п/п	Обозначение	Ориентация по сторонам света	Расчетные размеры ахб,	Площадь F, м ²	Разность температур -tн, °С	Поправочный коэффициент	Коэффициент теплопередачи k, Вт/(м ² ·К)	Основная потеря тепла, Q, Вт	Добавка к основной потере тепла, %			Всего добавочных потерь, Q, Вт	Потеря через огра. констр., ΣQогр, Вт	Потеря на инфильтрацию, ΣQинф, Вт	Общ. потери, ΣQ, Вт
									На ориентацию	На обдувание ветром	Другие				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Ок	В	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	10	10	5	217			
	Пот			15,7	47	0,9	0,222	147				147			
97	НС	Ю	6x2,9	17,4	47	1	0,253	207	0	10	5	238	999	145	1144
	НС	З	3,5x2,9	10,15	47	1	0,253	121	15	10	5	157			
	Ок	Ю	1,35x1,6x2	4,32	47	1	1,707	347	0	10	5	399			
	Пот			21,9	47	0,9	0,222	206				206			
98	НС	В	2,3x2,9	6,67	47	1	0,253	79	10	10		95	225	33	257
	Пот			13,8	47	0,9	0,222	130				130			
70	НС	В	2,5x2,9	7,25	47	1	0,253	86	10	10		103	452	66	518
	Ок	В	1,35x1,6	2,16	47	1	1,707	173	10	10		208			
	Пот			15	47	0,9	0,222	141				141			
								77163				87718	87718	12719	100437