

Школа Инженерная Школа Энергетики
 Направление подготовки Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр И.Н.Бутакова

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка состояния тепловой изоляции в тепловых сетях по известной температуре поверхности грунта

УДК 697.343:662.998

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5Б	Лобов Анатолий Анатольевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Половников Вячеслав Юревич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отделения социальногуманитарных наук	Подопригора Игнат Валерьевич	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Сотникова Анна Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП	А.М. Антонова	К.Т.Н., доцент		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная Школа Энергетики
 Направление подготовки (специальность) Теплоэнергетика и теплотехника
 Отделение школы (НОЦ) Научно-образовательный центр И.Н.Бутакова

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель профиля
 Е.Е Бульба

 (Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5Б	Лобову Анатолию Анатольевичу

Тема работы:

Оценка состояния тепловой изоляции в тепловых сетях по известной температуре поверхности грунта

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№751/с 01.02.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:

1 июня 2019 года

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.).

Объект исследования - слой тепловой изоляции с разным влагосодержанием.

Предмет исследования – тепловые потери изолированного теплопровода.

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>		Обзор и анализ научных статей по направлению исследования с целью выяснения достижений в рассматриваемой области. Решение двумерной задачи теплопроводности для слоя тепловой изоляции. Сопоставление полученных результатов с экспериментальными данными.	
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>			
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>			
Раздел	Консультант		
Основной раздел	Половников Вячеслав Юревич		
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Подопригора Игнат Валерьевич		
Социальная ответственность	Сотникова Анна Александровна		
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:			

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5Б	Лобов А.А.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5Б	Лобов Анатолий Анатольевич

Школа	ИШЭ	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	Стоимость материальных ресурсов, амортизационные отчисления, заработная плата научного руководителя
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Нормы амортизации, нормы премии по счету заработной платы
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Ставка по отчислениям во внебюджетные фонды
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Экспертная оценка языков программирования
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составление бюджета НИР
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Анализ критериев ресурсоэффективности
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Календарный план	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Игнат Валерьевич Подопратора	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5Б	Лобов Анатолий Анатольевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5Б5Б	Лобов Анатолий Анатольевич

Школа	Инженерная Школа Энергетики	Отделение школы (НОЦ)	Научно-образовательный центр И.Н.Бутакова
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Теплоэнергетика и теплотехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»: Оценка состояния тепловой изоляции в тепловых сетях по известной температуре поверхности грунта

1. Характеристика объекта исследования	Объектом исследования являются тепловые сети
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- Трудовой кодекс РФ - Федеральный закон №125 - «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» ФЗ от 03.07.2016 N301-ФЗ
	Вредные факторы: 1. Шум от работы электрооборудования; 2. Вибрации от работы электрооборудования; 3. Освещение рабочего места в помещении; 4. Электромагнитные поля от электрооборудования; 5. Микроклимат помещения рабочего места; 6. Электробезопасность.
3. Экологическая безопасность:	- воздействие на атмосферу (тепловые выбросы).
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент отделения контроля и диагностики	Сотникова Анна Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Б5Б	Лобов Анатолий Анатольевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 73 с., 8 рис., 23 табл., 29 источников литературы.

Ключевые слова: тепловые сети, тепловые потери, математическое моделирование, трубопровод, изоляция, влажность.

Объектом исследования является подземный теплотрубопровод бесканальной прокладки.

Цель работы – разработка подхода к анализу состояния тепловой изоляции бесканальных теплопроводов по известной температуре поверхности грунта.

Приведены результаты численного анализа тепловых режимов и тепловых потерь бесканальных подземных тепловых сетей.

Установлены закономерности теплопереноса в рассматриваемой системе и факторы, влияющие на интенсификацию потерь тепловой энергии. Показано, что наибольший рост тепловых потерь на тепловых сетях наблюдается именно при эксплуатации теплопроводов без тепловой изоляции.

Оглавление

Введение	9
1 Методы оценки тепловых потерь в тепловых сетях.....	11
1.1 Нормативный метод расчета тепловых потерь в тепловых сетях	11
1.2 Численное моделирование тепловых режимов теплопроводов	21
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	26
4.1 Введение.....	26
4.2 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта для исследования внутренней и внешней среды проекта	27
4.3 Выбор среды моделирования и экспертная оценка	28
4.4 Календарный план	32
4.5 Смета проекта научного исследования.....	35
4.6 Основная заработная плата исполнителей проекта	37
4.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	39
4.8 Отчисления во внебюджетные фонды	39
4.9 Накладные расходы.....	40
4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	40
5 Социальная ответственность	42
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	43
5.2 Производственная безопасность	45
5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	46
5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней.....	49
воздействия опасных и вредных факторов на исследователя	49
5.3 Экологическая безопасность.....	54

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	56
Заключение.....	58
Список литературы	59

Введение

Тепловые сети предприятий или городских микрорайонов, обеспечивающие подачу тепловой энергии конкретным потребителям (абонентам) для целей отопления, являются достаточно сложными теплогидравлическими системами, включающими, помимо собственно трубопроводов различного диаметра, регулиующую арматуру, насосы, смесительные устройства, отопительные приборы. При проектировании жилых зданий, промышленных объектов тепловая сеть рассчитывается таким образом, чтобы ее гидравлические характеристики обеспечивали заданную температуру воздуха внутри помещений в широком диапазоне сезонного изменения температуры наружного воздуха при качественном регулировании (регулировании соответствующим изменением температуры теплоносителя) [1].

В системах централизованного теплоснабжения транспортировка тепла от теплоисточника до потребителей связана с потерями тепловой энергии, в том числе через тепловую изоляцию трубопроводов тепловых сетей. По опыту проведения энергетических обследований [2–5] величина тепловых потерь при транспортировке теплоносителя в существующих тепловых сетях составляет 15 – 30% в зависимости от времени года.

Передача и распределение тепловой энергии от источника теплоты до потребителя сопровождается потерями через изоляцию в окружающую среду. Эти потери составляет большую часть от передаваемой энергии (20% теплоты от теплоисточника). Определение тепловых потерь через теплоизоляцию производится согласно действующей методике [6–8]. При этом в случаях, когда потребитель не оснащен приборами учета количества отпущенной теплоты, тепловые потери определяются как разность величин отпущенной теплоисточником энергии и величины определенных расчетом тепловых потерь [4,5]. Также следует учитывать, что фактическое состояние конструкций тепловых сетей и окружающих грунтов в случае подземной прокладки может

существенно отличаться от нормативных показателей. Очевидна необходимость разработки методик измерения тепловых потерь в ходе работы сетей. При этом методики должны опираться на инструментальные замеры определяющих параметров, как, например, предлагается в [4], где теплотери для потребителей, имеющих измерительные приборы, определяются показаниями теплосчетчиков, а для потребителей, не имеющих приборов, расчетным путем. Следует учесть, что периодические испытания отдельных участков тепловых сетей с экстраполяцией полученных результатов на остальные сети не могут учесть все действующие факторы.

Оценить состояние тепловой изоляции подземных теплопроводов можно по температуре поверхности грунта над прокладкой. Для этого необходимо в результате серии численных экспериментов найти температурные поля в зоне размещения теплопроводов с учетом различных дефектов изоляции. Основным фактором, приводящим к росту тепловых потерь, является увлажнение изоляции [3]. По этой причине в настоящем исследовании рассматриваются различные варианты увлажнения тепловой изоляции подземных бесканальных теплопроводов.

Далее измеряя в полевых условиях температуру поверхности грунта над прокладкой и сопоставляя значения температур в фиксированных точках с результатами численного моделирования можно оценить состояние тепловой изоляции бесканальных теплопроводов тепловой сети.

Цель работы является разработка подхода к анализу состояния тепловой изоляции бесканальных теплопроводов по известной температуре поверхности грунта.

1 Методы оценки тепловых потерь в тепловых сетях

1.1 Нормативный метод расчета тепловых потерь в тепловых сетях

Определение потерь тепла при транспортировке теплоносителя является важной задачей, результаты решения которой влияют на процесс формирования тарифа на тепловую энергию (ТЭ). Поэтому знание этой величины позволяет правильно выбирать мощности основного и вспомогательного оборудования ЦТП и, в конечном счете, источника ТЭ. Величина тепловых потерь при транспорте теплоносителя может стать решающим фактором при выборе структуры системы теплоснабжения с возможной ее децентрализацией, выборе температурного графика ТС и др. Определение реальных тепловых потерь и сравнение их с нормативными значениями позволяет обосновать эффективность проведения работ по модернизации ТС с заменой трубопроводов или их изоляции [9 –14].

Зачастую величина относительных тепловых потерь принимается без достаточных на то обоснований. На практике задаются значениями относительных тепловых потерь часто кратными пяти (10 и 15%). Следует отметить, что в последнее время все больше муниципальных предприятий проводят расчеты нормативных тепловых потерь [6–7], которые, и должны определяться в обязательном порядке. Нормативные потери тепла напрямую учитывают основные влияющие факторы: длину трубопровода, его диаметр и температуры теплоносителя и окружающей среды.

Нормативные тепловые потери должны рассчитываться для всей ТС с определением потерь тепла с утечками теплоносителя и с поверхности изоляции всех трубопроводов, по которым осуществляется теплоснабжение от имеющегося источника тепла. Причем эти расчеты должны выполняться как в плановом (расчетном) варианте с учетом среднестатистических данных по температуре наружного воздуха, грунта, продолжительности отопительного периода и т.д., так и уточняться в конце его по фактическим

данным указанных параметров, в том числе с учетом фактических температур теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе [15].

При расчете нормативных потерь не учитывается реальное потокораспределение в сети и связанное с ним распределение температур по длине трубопроводов. При расчете нормативных потерь считается, что температура теплоносителя постоянна по всей длине сети, и таким образом не учитывается снижение температурного напора из-за остывания теплоносителя в процессе движения по трубопроводам [15].

Методика расчета базируется на данных о нормативных теплопотерях водяных трубопроводов в зависимости от типа прокладки, диаметров трубопроводов, температуры теплоносителя [6 –8,15].

Расчет толщины теплоизоляционного слоя производится:

- по нормированной плотности теплового потока через изолированную поверхность;
- по заданной величине теплового потока;
- по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, сохраняемого в емкостях в течение определенного времени;
- по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами;
- по заданному количеству конденсата в паропроводах;
- по заданному времени приостановки движения жидкого вещества в трубопроводах в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости;
- по температуре на поверхности изоляции. Температура на поверхности тепловой изоляции трубопроводов, расположенных за пределами рабочей или обслуживаемой зоны, не должна превышать температурных пределов применения материалов покровного слоя, но не выше 75°C;

- с целью предотвращения конденсации влаги из окружающего воздуха на покровном слое тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества с температурой ниже температуры окружающего воздуха. Данный расчет следует выполнять только для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении. Расчетная относительная влажность воздуха принимается в соответствии с заданием на проектирование, но не менее 60 %;
- с целью предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары или водяные пары и газы, которые при растворении в сконденсировавшихся водяных парах могут привести к образованию агрессивных продуктов.

Для плоской поверхности и цилиндрических объектов диаметром 2 м и более толщина теплоизоляционного слоя δ_K , м, определяется по формуле:

$$\delta_K = \lambda_K R_K ; \quad R_K = R_{tot} - \frac{1}{\alpha_B} - R_m , \quad (1.1.1)$$

где λ_K – теплопроводность теплоизоляционного слоя, определяемая по пп. 1.11, Вт/(м²·°C);

R_K – термическое сопротивление теплоизоляционной конструкции, м²·°C/Вт;

R_{tot} – сопротивление теплопередачи теплоизоляционной конструкции, м²·°C/Вт;

α_e – коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции,

Вт/(м²·°C);

R_m – термическое сопротивление неметаллической стенки объекта, м²·°C/Вт.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле:

$$\delta_K = \frac{d}{2} (B - 1); \quad (1.1.2)$$

$$\ln B = 2\pi\lambda_K \left[r_{tot} - r_m - \frac{1}{\alpha_B \pi (d+0,1)} \right], \quad (1.1.3)$$

где $B = \frac{d_i}{d}$ – отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого объекта;

r_{tot} – сопротивление теплопередачи на 1 м длины теплоизоляционной конструкции цилиндрических объектов диаметром менее 2 м, (м·°C)/Вт;

r_m – термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле (1.1.15);

d – наружный диаметр изолируемого объекта, м.

Величины R_{tot} , и r_{tot} в зависимости от исходных условий определяются по формулам:

а) по нормированной поверхностной плотности теплового потока

$$R_{tot} = \frac{t_w - t_B}{q K_i}, \quad (1.1.4)$$

где t_w – температура вещества, °C;

t_e – температура окружающей среды, °C;

q – нормированная поверхностная плотность теплового потока, Вт/м²;

K_i – коэффициент, принимаемый по обязательному приложению 10;

по нормированной линейной плотности теплового потока:

$$r_{tot} = \frac{t_w - t_B}{q_B K_i}, \quad (1.1.5)$$

где q_e – нормированная линейная плотность теплового потока с 1 м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции, Вт/м;

б) по заданной величине теплового потока

$$R_{tot} = \frac{(t_w - t_B) A K_{red}}{Q}, \quad (1.1.6)$$

где A – теплоотдающая поверхность изолируемого объекта, м²;

K_{red} – коэффициент, учитывающий дополнительный поток теплоты через опоры;

Q – тепловой поток через теплоизоляционную конструкцию, Вт;

$$r_{tot} = \frac{(t_w - t_B) l K_{red}}{Q}, \quad (1.1.7)$$

где l – длина теплоотдающего объекта (трубопровода), м;

в) по заданной величине охлаждения (нагрева) вещества, сохраняемого в емкостях

$$R_{tot} = \frac{3,6(t_w - t_B)ZAK_{red}}{(V_m \rho_m c_m + V_w \rho_w c_w)(t_{w1} - t_{w2})}, \quad (1.1.8)$$

где 3,6 – коэффициент приведения единицы теплоемкости, кДж/(кг·°C) к единице Вт·ч/(кг·°C);

t_{wm} – средняя температура вещества, °C; Z – заданное время хранения вещества, ч; V_m – объем стенки емкости, м³; ρ_m – плотность материала стенки, кг/м³; c_m – удельная теплоемкость материала стенки, кДж/(кг·°C); V_w – объем вещества в емкости, м³; ρ_w – плотность вещества, кг/м³; c_w – удельная теплоемкость вещества, кДж/(кг·°C); t_{w1} – начальная температура вещества, °C; t_{w2} – конечная температура вещества, °C;

г) по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами:

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_B}{t_{w2} - t_B} > 2 \quad r_{tot} = \frac{3,6lK_{red}}{G_w c_w \ln \frac{t_{w1} - t_B}{t_{w2} - t_B}}, \quad (1.1.9)$$

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_B}{t_{w2} - t_B} < 2 \quad r_{tot} = \frac{3,6lK_{red}(t_{wm} - t_B)}{G_w c_w (t_{w1} - t_{w2})}, \quad (1.1.10)$$

где G_w – расход вещества, кг/ч.

Формулы (1.1.9), (1.1.10) применяются для газопроводов сухого газа, если отношение $\frac{t_{w1}}{P} < 5$, где P – давление газа, МПа. Для паропроводов перегретого пара в знаменатель формулы (1.1.10) следует поставить произведение расхода пара на разность удельных энтальпий пара в начале и конце трубопровода;

д) по заданному количеству конденсата в паропроводе насыщенного пара

$$r_{tot} = \frac{3,6(t_w - t_B)lK_{red}}{G_w m r_p}, \quad (1.1.11)$$

где m – коэффициент, определяющий допустимое количество конденсата в паре;

r_p – удельное количество теплоты конденсации пара, кДж/кг;

е) по заданному времени приостановки движения жидкого вещества в трубопроводе в целях предотвращения его замерзания или увеличения вязкости

$$r_{tot} = \frac{3,6ZK_{red}}{\frac{2(t_{w1}-t_{w2})(V'_w\rho_w c_w + V'_m\rho_m c_m)}{t_w + t_{wz} - 2t_B} + \frac{0,25V'_w\rho_w r_w}{t_{wz} - t_B}}, \quad (1.1.12)$$

где Z – заданное время приостановки движения жидкого вещества, ч;

t_{wz} – температура замерзания (твердения) вещества, °C;

V'_w и V'_m – приведенные объемы вещества и материала трубопровода к метру длины, м³/м;

r_w – удельное количество теплоты замерзания (твердения) жидкого вещества, кДж/кг;

ж) для предотвращения конденсации влаги на внутренних поверхностях объектов, транспортирующих газообразные вещества, содержащие водяные пары:

для объектов (газоходов) прямоугольного сечения:

$$R_{tot} = \frac{t_{int} - t_B}{\alpha_{int}(t_w - t_{int})}, \quad (1.1.13)$$

где t_{int} – температура внутренней поверхности изолируемого объекта (газохода), °C;

α_{int} – коэффициент теплоотдачи от транспортируемого вещества к внутренней поверхности изолируемого объекта, Вт/(м²·°C); для объектов (газоходов) диаметром менее 2 м

$$r_{tot} = \frac{t_{int} - t_B}{\alpha_{int}\pi d_{int}(t_w - t_{int})}, \quad (1.1.14)$$

где d_{int} – внутренний диаметр изолируемого объекта, м.

При расчете толщины изоляции трубопроводов, прокладываемых в непроходных каналах и бесканально, следует дополнительно учитывать термическое сопротивление грунта, воздуха внутри канала и взаимное влияние трубопроводов.

При применении неметаллических трубопроводов следует учитывать термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле:

$$r_m = \frac{\ln \frac{d}{d_{int}}}{2\pi\lambda_m}, \quad (1.1.15)$$

где λ_m – теплопроводность материала стенки, Вт/(м·°С).

Дополнительное термическое сопротивление плоских и криволинейных неметаллических поверхностей оборудования определяется по формуле:

$$R_m = \frac{\delta_m}{\lambda_m}, \quad (1.1.16)$$

где δ_m – толщина стенки оборудования.

Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая заданную температуру на поверхности изоляции, определяется:

для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k(t_w - t_i)}{\alpha_B(t_i - t_B)}, \quad (1.1.17)$$

где t_i – температура поверхности изоляции, °С;

для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м по формуле (1.1.2),

причем В следует определять по формуле:

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k(t_w - t_i)}{\alpha_B d(t_i - t_B)}, \quad (1.1.18)$$

Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая предотвращение конденсации влаги из воздуха на поверхности изолированного объекта определяется по формулам:

для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k}{\alpha_B} \left(\frac{t_B - t_w}{t_B - t_i} - 1 \right), \quad (1.1.19)$$

для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м – по формуле (1.1.2), где

В следует определять по формуле:

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k}{\alpha_B d} \left(\frac{t_B - t_w}{t_B - t_i} \right), \quad (1.1.20)$$

Расчетные значения перепада $t_B - t_i$, °С, следует принимать по табл. 1.1.1.

Таблица 1.1.1 – Расчетный перепад $t_b - t_i$

Температура окружающего воздуха, °С	Расчетный перепад $t_b - t_i$, °С, при относительной влажности окружающего воздуха, %				
	50	60	70	80	90
10	10,0	7,4	5,2	3,3	1,6
15	10,3	7,7	5,4	3,4	1,6
20	10,7	8,0	5,6	3,6	1,7
25	11,1	8,4	5,9	3,7	1,8
30	11,6	8,6	6,1	3,8	1,8

За расчетную температуру окружающей среды следует принимать:

- для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе:
для оборудования и трубопроводов при расчетах по нормированной плотности теплового потока – среднюю за год;
для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период, – среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8°C и ниже;
при расчетах с целью обеспечения нормированной температуры на поверхности изоляции – среднюю максимальную наиболее жаркого месяца;
- для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении, согласно техническому заданию на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха 20°C;
- для трубопроводов, расположенных в тоннелях, 40°C;
- для подземной прокладки в каналах или при бесканальной прокладке трубопроводов: при определении толщины теплоизоляционного слоя по нормам плотности теплового потока – среднюю за год температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода;
при определении толщины теплоизоляционного слоя по заданной конечной температуре вещества – минимальную среднемесячную температуру грунта на глубине заложения оси трубопровода.

При величине заглубления верхней части перекрытия канала (при прокладке в каналах) или верха теплоизоляционной конструкции трубопровода (при бесканальной прокладке) 0,7 м и менее за расчетную

температуру окружающей среды должна приниматься та же температура наружного воздуха, что и при надземной прокладке.

За расчетную температуру теплоносителя при определении толщины теплоизоляционного слоя теплоизоляционной конструкции по нормам плотности теплового потока следует принимать среднюю за год, а в остальных случаях – в соответствии с техническим заданием.

При этом для трубопроводов тепловых сетей за расчетную температуру теплоносителя принимают:

- для водяных сетей– среднюю за год температуру воды, а для сетей, работающих только в отопительный период,–среднюю за отопительный период;
- для паровых сетей– среднюю по длине паропровода максимальную температуру пара;
- для конденсатных сетей и сетей горячего водоснабжения– максимальную температуру конденсата или горячей воды.

При заданной конечной температуре пара принимается наибольшая из полученных толщин тепловой изоляции, определенных для различных

При определении температуры грунта в температурном поле подземного трубопровода тепловых сетей температуру теплоносителя следует принимать:

- для водяных тепловых сетей – по графику температур при среднемесячной температуре наружного воздуха расчетного месяца;
- для паровых сетей– максимальную температуру пара в рассматриваемом месте паропровода (с учетом падения температуры пара по длине трубопровода);
- для конденсатных сетей и сетей горячего водоснабжения– максимальную температуру конденсата или воды. Температуру грунта в расчетах следует принимать: для отопительного периода –

минимальную среднемесячную, для неотапительного периода – максимальную среднемесячную.

За расчетную температуру окружающей среды при определении количества теплоты, выделившейся с поверхности теплоизоляционной конструкции за год, принимают:

- для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе;
- для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении или тоннеле;

При бесканальной прокладке теплопроводность основного слоя теплоизоляционной конструкции λ_k определяется по формуле:

$$\lambda_k = \lambda K, \quad (1.1.21)$$

где λ – теплопроводность сухого материала основного слоя, Вт/(м·°С);

K – коэффициент увлажнения, учитывающий увеличение теплопроводности от увлажнения, принимаемый по табл. 1.1.2.

Таблица 1.1.2 – Коэффициент увлажнения в зависимости от вида теплоизоляционного материала и типа грунта.

Материал теплоизоляционного слоя	Коэффициент увлажнения K		
	Тип грунта по ГОСТ 25100-82		
	маловлажный	влажный	насыщенный водой
Армопенобетон	1,15	1,25	1,4
Битумоперлит	1,1	1,15	1,3
Битумовермикулит	1,1	1,15	1,3
Битумокерамзит	1,1	1,15	1,25
Пенополиуритан	1,0	1,05	1,1
Полимербетон	1,05	1,1	1,15
Фенольный поропласт ФЛ	1,05	1,1	1,15

Тепловой поток через изолированные опоры труб, фланцевые соединения и арматуру следует учитывать коэффициентом K_{red} к длине трубопровода, принимаемым по табл. 1.1.3.

Таблица 1.1.3 – Коэффициент K_{red} в зависимости от способа прокладки трубопровода.

Способы прокладки трубопроводов	Коэффициент K_{red}
На открытом воздухе, в непроходных каналах, тоннелях и помещениях:	
для стальных трубопроводов на подвижных опорах, условным проходом, мм:	
до 150	1,2
150 и более	1,15
для стальных трубопроводов на подвесных опорах	1,05
для неметаллических трубопроводов на подвижных и неподвижных опорах	1,7
для неметаллических трубопроводов, изолируемых совместно с основанием	1,2
при групповой прокладке неметаллических трубопроводов на сплошном настиле	2,0
Бесканальный	1,15

Тепловой поток через опоры оборудования следует учитывать коэффициентом 1,1.

1.2 Численное моделирование тепловых режимов теплопроводов

Численное моделирование тепловых режимов теплопроводов является актуальной задачей при разработке энергосберегающих систем передачи тепловой энергии. При этом характеристика теплотрубопроводов по величине тепловых потерь является особо важным показателем, отражающим действительное состояние тепловых сетей.

Исследование тепловых режимов работы теплопроводов, как в штатных, так и во внештатных условиях является актуальной задачей при анализе эффективности работы и создании энергосберегающих систем транспортировки тепла [16].

В настоящее время проектирование и расчет тепловой защиты систем транспортировки тепла основаны на применении общих балансовых соотношений [17], не учитывающих многие особенности взаимодействия

теплопроводов с окружающей средой и реальные механизмы тепломассобмена.

Отсутствие адекватной методики теплового расчета, учитывающей основные значимые факторы и процессы, приводящие к интенсификации тепловых потерь, сдерживает разработку энергосберегающих систем транспортировки тепла, мероприятий, направленных на обеспечение оптимальных температурно-влажностных режимов работы теплопроводов и конструкций, способных обеспечить необходимый уровень энергосбережения.

Когда в массиве грунта проложены два теплопровода, то соответственно им появляются два стока. Таким образом, температурное поле в грунте получится как результат наложения четырех температурных полей[18].

В итоге результирующая формула Форхгеймера представлена в виде:

$$R_{zp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{zp}} \cdot \left[\frac{2h_{эк}}{d_n} + \sqrt{\left(\frac{2h_{эк}}{d_n}\right)^2 - 1} \right], \quad (1.2.1)$$

где R_{zp} – термическое сопротивление грунта, включая внешнее термическое сопротивление от грунта к воздуху, (Вт/м·°С), λ_{zp} – теплопроводность грунта, Вт/(м·°С); d_n – наружный диаметр теплоизоляционной конструкции, м[19].

Эквивалентная глубина заложения $h_{эк}$ рассчитывается следующим образом:

$$h_{эк} = h + \frac{\lambda_{zp}}{\alpha}, \quad (1.2.2)$$

где h – глубина заложения теплопровода от поверхности земли до его оси, м;
 α – коэффициент теплоотдачи от поверхности земли к воздуху, Вт/(м·°С);
 $\frac{\lambda_{zp}}{\alpha}$ – эквивалентная толщина слоя грунта, заменяющего внешнее термическое сопротивление массива, м[19].

Когда глубина заложения теплопровода значительная, формулу для ее расчета можно упростить:

$$R_{zp} = \frac{1}{2\pi\lambda_{zp}} \cdot \ln \frac{4h_{эк}}{d_n}, \quad (1.2.3)$$

Теплопотери теплоизолированным трубопроводом при бесканальной прокладке в грунте, отнесенные к 1 м длины трубопровода, Вт/м, рассчитываются как теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку:

$$Q = \frac{\tau_{\text{в}} - \tau_{\text{н}}}{\Sigma \frac{1}{2\pi\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i\text{н}}}{d_{i\text{в}}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{сп}}} \cdot \ln \frac{d_{\text{эК}}}{d_{\text{н}}}}, \quad (1.2.4)$$

где $\tau_{\text{н}}$ – температура наружного воздуха, °С.

Обычно в тепловых расчетах внешнее термическое сопротивление не учитывают, тогда за расчетную температуру берут температуру грунта на глубине заложения трубопровода.

При прокладке от двух и более параллельных трубопроводов тепловых сетей бесканально тепловые потоки отдельных трубопроводов взаимодействуют, а температурные поля складываются.

Когда один из трубопроводов имеет более высокую температуру, чем другой, теплопотери второго трубопровода станут меньше, а при большой разнице температур у второго трубопровода может не быть тепловых потерь.

При расчете тепловых потерь для трубопроводов, проложенных бесканально в грунте вводят условное дополнительное термическое сопротивление R_0 , чтобы учесть взаимное влияние параллельно расположенных теплопроводов.

Для двухтрубных трубопроводов, проложенных бесканально, данное сопротивление определяется по формуле:

$$R_{\text{сп}} = \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{сп}}} \cdot \ln \sqrt{1 + \left(\frac{2b}{b}\right)^2}, \quad (1.2.5)$$

где b – горизонтальное расстояние между осями труб, м. Тепловые потери двухтрубных трубопроводов при бесканальной прокладке высчитываются по следующим формулам для первого и второго теплопроводов соответственно:

$$Q_1 = \frac{(\tau_1 - t_{\text{н}}) \cdot R_2 - (\tau_2 - t_{\text{н}}) \cdot R_0}{R_1 \cdot R_2 - R_0^2}, \quad (1.2.6)$$

где τ_1 и τ_2 – температура теплоносителя в первом и втором трубопроводах, °С; $t_{\text{н}}$ – наружная температура, принимаемая равной естественной

температуре грунта на глубине оси теплопровода; R_1, R_2 – термические сопротивления первого и второго трубопроводов, включающие термическое сопротивление изоляции и грунта, т. е.

$$R_i = R_{iuz} + R_{i\epsilon p} = \sum_i \frac{1}{2\pi\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{iH}}{d_{i\epsilon}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\epsilon p}} \cdot \ln \frac{4h}{d_H}, \quad (1.2.7)$$

Суммарные тепловые потери складываются из тепловых потерь первым и вторым трубопроводами[20]:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (1.2.8)$$

На сегодняшний день в соответствии с требованиями нормативных документов для проектирования конструкций тепловой изоляции двухтрубной теплосети при подземной прокладке регламентируется суммарная линейная плотность теплового потока с поверхности изоляции двух трубопроводов. Таким образом, определение толщины теплоизоляционной конструкции выполняется методом последовательных приближений, при котором задается толщина теплоизоляционного слоя теплопроводов и определяется суммарная плотность теплового потока с поверхности двух трубопроводов тепловой сети. Затем, данные значения сравнивают с нормативными значениями плотности теплового потока, приведенными в таблицах нормативных документов[21]. Толщину тепловой изоляции трубопроводов теплосети принимают одинаковой для подающего и обратного теплопроводов.

При канальной прокладке трубопроводов тепловых сетей для расчета тепловых потерь следует учитывать ряд термических сопротивлений: изоляция R_{iuz} , теплоотдачи от изоляции к воздуху канала, теплоотдачи от воздуха канала к его стенке $R_{\epsilon,к.}$, стенок канала и грунта. Для вычисления тепловых потерь одинарных трубопроводов в канале, надо рассчитать все термические сопротивления. Тепловые потери данного трубопровода рассчитываются по формуле:

$$Q = \frac{\tau_{\epsilon} - t_H}{\Sigma R_i} \cdot (1 + \beta), \quad (1.2.9)$$

При канальной прокладке нескольких трубопроводов тепловых сетей, исходя из учета их взаимного влияния друг на друга, сначала определяется температура воздуха в канале по тепловому балансу, далее – теплопотери каждым теплопроводом, проложенным в канале. В данном тепловом балансе общие теплопотери всеми теплопроводами, проложенными в канале, равны теплопотерям из канала в окружающую среду:

$$\sum_{i=1}^n \frac{\tau_i - t_k}{R_{из,i} + R_{н,i}} \cdot (1 + \beta) = \frac{t_k - t_n}{R_{в,к} + R_{к} + R_{сп}}, \quad (1.2.10)$$

где τ_i – температура теплоносителя в i -м трубопроводе, °С; n – число трубопроводов; t_k – температура воздуха в канале, °С. Из данного уравнения определяют t_k и далее рассчитывают теплопотери[20].

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Введение

В настоящее время важность для успешного научного исследования имеет не только масштаб открытия, но и его коммерческая привлекательность.

Именно коммерческая ценность исследования — это главный показатель при привлечении средств финансирования и коммерциализации результатов исследования.

Коммерческая привлекательность научного исследования определяется превышением технических параметров над предыдущими разработками и тем, насколько быстро разработчик сумеет найти ответы на такие вопросы: будет ли продукт востребован рынком, какова будет его цена, каков бюджет научного проекта, какой срок потребуется для выхода на рынок и т.д.

Таким образом, целью работы является проектирование и создание конкурентоспособной разработки, технологии, отвечающей современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования;
- определение возможных альтернатив проведения научного исследования, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование научно-исследовательской работы;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

4.2 Комплексный анализ научно-исследовательского проекта для исследования внутренней и внешней среды проекта

Внутренние сильные стороны

- Применение численного моделирования позволит уменьшить затраты при разработке теплоизоляционных конструкций;
- Применение полученных результатов в отрасли теплоснабжения;
- Получения новых, неопубликованных результатов.

Внутренние слабые стороны

- Ограниченная целевая аудитория;
- Перспектива замены оборудования.

Внешние угрозы

- Появление конкурентов в области программных разработок;

Внешняя среда

Спрос, характер спроса

Данное исследование позволит увеличить эффективность использования тепловой энергии, позволит уменьшить расход топлива на источнике производства.

Конкуренты

Конкурентами являются теоретики в области моделирования тепловых процессов в трубопроводах с использованием новых видов тепловой изоляции.

Поставщики

Поставщиками программного обеспечения для написания программ и обработки результатов является компания Comsol.

Контактная аудитория

Результаты научного исследования будут полезны тем, кто имеет отношение к проектированию теплоизоляции систем теплоснабжения. А

также, компаниям, деятельность которых связана с тепломассообменным оборудованием.

Аудиторией влияния

Аудиторией влияния на программное обеспечение является администрация Томского Политехнического Университета.

Внутренняя среда

Проектный продукт и его характеристики

Продукт представляет собой программное обеспечение, результатами работы, которой является построение поля различных термодинамических параметров, зависящих от температуры в любой заданный промежуток времени.

Обеспеченность, потребность в основных средствах

Основными средствами является ЭВМ.

Оборотный капитал

Оборотный капитал отсутствует.

4.3 Выбор среды моделирования и экспертная оценка

Для разработки качественного программного продукта, выбор среды моделирования является одним из важнейших шагов. Именно от этого выбора будет зависеть качество конечного продукта, быстрота работы и т.д. Поэтому произведем сравнительный анализ нескольких сред моделирования.

Формулируется задача: найти аналитическую модель аттестации языка программирования, основывающуюся на его характеристиках.

Модель экспертной оценки строится по следующим параметрам:

1. Распространенность
2. Простота написания
3. Актуальность

4. Размер программного кода
5. Простота проверки ошибок кода

Эксперты оценили характеристики товаров по 10 - ти бальной шкале (10 - max). Далее они оценили важность каждого критерия по 5 бальной шкале (bj).

Все данные представлены в таблицах 4.3.1 – 4.3.6.

Таблица 4.3.1 – Список языка программирования

№	Язык программирования
1	OpenFOAM
2	MDynaMix
3	Comsol
4	ANSYS

Таблица 4.3.2 – Оценка конкурентоспособности эксперимента №1

Фирма производитель	Простота	Универсальность	Распространенность	Технические характеристики	Скорость работы	Сумма
OpenFOAM	8/1,6	7/1,4	8/0,8	9/2,25	7/1,75	7,8
MDynaMix	8/1,6	9/1,8	7/0,7	8/2	8/2	8,1
Comsol	9/1,8	9/1,8	8/0,8	8/2	7/1,75	8,15
ANSYS	7/1,4	8/1,6	7/0,7	6/1,5	8/2	7,2
Важность (b _i) [1-5]	4	4	2	5	5	20
Вес (W _i)	0,2	0,2	0,1	0,25	0,25	-

Для каждого завода изготовителя в столбцах с факторами конкурентоспособности поставлены оценки от 1 до 10, показывающие степень удовлетворения потребностям заказчика.

b_i – важность критерия – в этой строке необходимо было поставить цифру от 1 до 5 (5 – максимальная важность для заказчика).

W_i – весовой коэффициент – в этой строке рассчитан весовой коэффициент каждого фактора конкурентоспособности как отношение важности критерия к сумме важностей всех факторов $\frac{b_i}{b_{\Sigma}}$.

Суммарный весовой коэффициент равен единице – значит расчет произведен верно. Таким образом, весовой коэффициент W_i показывает долю важности каждого из факторов конкурентоспособности.

Таблица 4.3.3 – Оценка конкурентоспособности эксперимента №2

Фирма производитель	Простота	Универсальность	Распространенность	Технические характеристики	Скорость работы	Сумма
OpenFOAM	7/1,4	7/1,4	8/0,8	9/2,25	7/1,75	7,6
MDynaMix	9/1,8	9/1,8	6/0,6	8/2	8/2	8,2
Comsol	9/1,8	10/2	8/0,8	8/2	7/1,75	8,35
ANSYS	6/1,2	9/1,8	6/0,6	7/1,75	8/2	7,35
Важность (b_i) [1-5]	4	4	2	5	5	20
Вес (W_i)	0,2	0,2	0,1	0,25	0,25	-

Таблица 4.3.4 – Оценка конкурентоспособности эксперимента №3

Фирма производитель	Простота	Универсальность	Распространенность	Технические характеристики	Скорость работы	Сумма
OpenFOAM	8/1,6	7/1,4	7/0,7	8/2	7/1,47	7,17
MDynaMix	8/1,6	9/1,8	6/0,6	7/1,75	7/1,75	7,5
Comsol	8/1,6	10/2	8/0,8	8/2	7/1,75	8,15
ANSYS	8/1,6	8/1,6	7/0,7	7/1,75	8/2	7,01
Важность (b_i) [1-5]	4	4	2	5	5	20
Вес (W_i)	0,2	0,2	0,1	0,25	0,25	-

Таблица 4.3.5 – Оценка конкурентоспособности экспертом №4

Фирма производитель	Простота	Универсальность	Распространенность	Технические характеристики	Скорость работы	Сумма
OpenFOAM	7/1,4	8/1,6	7/0,7	9/2,25	7/1,75	6,94
MDynaMix	8/1,6	7/1,4	6/0,6	9/2,25	8/2	7,85
Comsol	9/1,8	9/1,8	7/0,7	8/2	7/1,75	8,05
ANSYS	9/1,8	9/1,8	6/0,6	8/2	9/2,25	8,45
Важность (b_i) [1-5]	4	4	2	5	5	20
Вес (W_i)	0,2	0,2	0,1	0,25	0,25	-

Таблица 4.3.6 – Итоговые экспертные оценки

Фирма производитель	Эксперт № 1	Эксперт №2	Эксперт №3	Эксперт №4	Средняя оценка
OpenFOAM	7,8	7,6	7,17	6,94	7,38
MDynaMix	8,1	8,2	7,5	7,85	7,91
Comsol	8,5	8,35	8,15	8,05	8,26
ANSYS	7,2	7,35	7,01	8,45	7,50

В итоге, по результатам четырех независимых экспертных оценок, самый худший результат получила программа Visual Basic, а высший средний бал по предоставленным критериям отбора получила среда моделирования Pascal.

4.4 Календарный план

Таблица 4.4.1 – Перечень работ с количеством необходимых дней

Код работы	Наименование работы	$t_{\min i}$, день	$t_{\max i}$, день	U, человек	$t_{\text{ож}} i$, день
а	Составление и утверждение технического задания	1	1	1	1
б	Оформление технического задания	1	1	1	1
в	Подбор теоретической информации	4	8	1	5
г	Разработка программного обеспечения	3	4	1	5
д	Математическое моделирование	3	5	1	3
е	Проведение вычислений	4	5	1	3
ж	Анализ результатов	3	5	1	4
	Разработка экономической части				

Продолжение таблицы 4.4.1

з	SWOT - анализ	1	1	1	1
и	Экспертная оценка	1	1	1	1
к	Календарный план	1	1	1	1
л	Расчет стоимости	1	1	1	1
м	Анализ ресурсоэффективности	1	1	1	1
	Расчет БЖД				
н	Обеспечение пожарной безопасности	1	1	1	1
о	Обеспечение электробезопасности	1	1	1	1
п	Обеспечение микроклимата рабочего места	1	1	1	1
р	Оформление	3	4	1	3

Таблица 4.4.2 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Оформление технического задания	Студент
Подбор и исследование ранее проведенных работ	3	Подбор теоретической информации (литература)	Студент
Теоретические исследования	4	Разработка программного обеспечения	Студент
	5	Математическое моделирование	Студент
	6	Проведение вычислений	Студент
	7	Анализ результатов	Руководитель, студент

Продолжение таблицы 4.4.2

Разработка экономической части	8	SWOT - анализ	Студент
	9	Экспертная оценка	Студент
	10	Календарный план	Студент
	11	Расчет стоимости	Студент
	12	Анализ ресурсоэффективности	Студент
Расчет БЖД	13	Обеспечение пожарной безопасности	Студент
	14	Обеспечение электробезопасности	Студент
	15	Обеспечение микроклимата рабочего места	Студент
Оформление работы	16	Оформление	Студент

Таблица 4.4.3 – Календарный план

№ работ	Вид работ	Исполнители	Т к і , кал. дн	Продолжительность выполнения работ							
				Март						Апрель	
				1	2	3- 9	10- 15	16 - 21	22 - 31	1- 11	12- 17
1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководите ль	1	+							
2	Оформление технического задания	Студент	1		+						
3	Подбор теоретической информации (литература)	Студент	7			+					
4	Разработка программного обеспечения	Студент	6				+				

Продолжение таблицы 4.4.3

5	Математическое моделирование	Студент	6					+			
6	Проведение вычислений	Студент	10						+		
7	SWOT - анализ	Студент	1			+					
8	Экспертная оценка	Студент	1			+					
9	Календарный план	Научный руководитель	1				+				
10	Расчет стоимости	Студент	1						+		
11	Анализ ресурсоэффективности	Студент	1						+		
12	Обеспечение пожарной безопасности	Студент	1								+
13	Обеспечение электро-безопасности	Студент	1								+
14	Обеспечение микроклимата рабочего места	Студент	1								+
15	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель	4							+	

4.5 Смета проекта научного исследования

В таблице 4.5.1 представлено подробное описание расходов на материалы:

Таблица 4.5.1 – Материальные затраты

Расходы	Ед. измерения	Цена	Кол-во	Итого
Заправка картриджа	шт.	400	1	400
Бумага	упаковка	400	1	400
Ручки	шт.	10	8	80
Флешка	шт.	450		450
Итого:				1330

Таблица 4.5.2 – Амортизация

Объект	Норма в год	Стоимость	Величина в год	Кол- во часов	Сумма в час	Время работы, ч.	Стоимость амортизации
Персональный компьютер	33	40000	13333	1800	7.41	250	1852
Принтер и МФУ	20	7000	1400	350	4,00	2	8,00
Итого:							1860

$$\text{Норма амортизации} = \frac{1}{\text{Срок службы}} \cdot 100;$$

$$\text{Величина амортизации в год} = \frac{\text{Стоимость оборудования} \cdot \text{Норма амортизации}}{100};$$

$$\text{Сумма амортизации в час} = \frac{\text{Величина амортизации в год}}{\text{Количество часов работы в год}};$$

$$\text{Стоимость амортизации} = \text{время работы} \cdot \text{сумма амортизации в час}.$$

4.6 Основная заработная плата исполнителей проекта

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p ,$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{м} = З_{ТС} \cdot (1 + k_{np} + k_{д}) \cdot k_p ,$$

$$З_{м} = 18936 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 36925 \text{ руб}$$

где $З_{ТС}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{ТС}$);

$k_{д}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер

обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от $Z_{тс}$);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

$$Z_{дн} = \frac{36925 \cdot 10,4}{237} = 1620 \text{ руб}$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. (таблица 4.6.1).

Таблица 4.6.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	116	116
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезни	14	14
Действительный годовой фонд рабочего времени	237	237

Таблица 4.6.2 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$Z_{тс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	18936	0,3	0,2	1,3	36925	1620	6	9 720
Инженер	12240	0,3	0,2	1,3	23868	1047	37	38 739
Итого $Z_{осн}$:								48 459

4.7 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$
$$Z_{\text{доп}} = 0,12 \cdot (9720 + 38739) = 5815 \text{ руб}$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

4.8 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}})$$
$$Z_{\text{внеб}} = 0,3 \cdot (9720 + 1166 + 38739 + 4649) = 16282 \text{ руб}$$

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

4.9 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{Сумма статей}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{накл}} = (3190 + 48459 + 5815 + 16282) \cdot 0,16 = 11799,4 \text{ руб.}$$

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

Величину коэффициента накладных расходов берем в размере 16%.

4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные затраты – основа для определения бюджета проекта.

Таблица 4.6.3 – Бюджет затрат на разработку проекта

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля в %
1. Материальные затраты	3190	2,7
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	48459	57,3
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	5815	6,9
4. Отчисления во внебюджетные фонды	16282	19,3
5. Накладные расходы	11799,4	13,8
6. Бюджет затрат НТИ	85545,4	100

Большую долю затрат составляют затраты на оплату труда исполнителей проекта – 57,3% от всего бюджета затрат. Общая сумма расходов на осуществление технического проекта составит 85545,4 руб.

Определены этапы и трудоемкость работы, составлен линейный график работ на основе рассчитанного для инженера и научного руководителя времени. Рассчитана смета затрат на научное исследование, таким образом, расходы на исследование составили $C = 85545,4$ руб.

В результате проведения численного анализа тепловых потерь трубопровода с различным влагосодержанием изоляции, был сделан вывод, наличие в конструкциях теплопроводов тепловых сетей теплоизоляции с низким содержанием влаги позволит минимизировать тепловые потери при их эксплуатации. Следовательно, затраты на научное исследование будут оправданы.

5 Социальная ответственность

Введение

Социальная ответственность – ответственность перед людьми и данными им обещаниями. При этом организация берет во внимание интересы коллектива и общества, возлагая на себя ответственность за влияние своей деятельности на работников, акционеров, поставщиков, заказчиков.

Выполнение дипломной работы проводилось на компьютере в аудитории № 48 учебного корпуса №4 НИ ТПУ. В данном разделе будут рассмотрены вопросы техники безопасности и охраны труда компьютерной аудитории.

Длительная работа с компьютером влечет за собой головные боли, нарушение сна, усталость и болезненные ощущения в глазах, в области шеи и в руках. Поэтому в процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха.

При работе за компьютером человек подвергается воздействию ряда факторов: монотонность трудового процесса, повышенный уровень статического электричества, повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны, различного рода излучения, зрительное напряжение и др.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Социальное страхование работников – это комплекс гарантий относительно основных конституционных и трудовых прав человека. Также это вид обязательного государственного страхования. Ему подлежат все без исключения работающие субъекты. Выплаты осуществляются за счет работодателя. Средства для компенсаций формируются без участия работника и отчислений из его дохода.

Социальное страхование работников направлено на:

- обеспечение социальной защиты;
- снижение профессионального риска;
- возмещение вреда, полученного в ходе выполнения обязательств по трудовому договору;
- реализация программы по сокращению несчастных случаев и профессиональных заболеваний на производстве (ст. 1 ФЗ №125).

Социальное страхование работников касается следующих физических лиц:

- всех тех, кто работает или работал по трудовому договору со страхователем (работодателем);
- определенной категории лиц, работающих по гражданско-правовому договору;
- личностей, привлекаемых к труду страхователем в случае их лишения свободы.

Физические и юридические лица, выступающие работодателями должны пройти обязательную регистрацию в органах исполнительной власти и получить документ, подтверждающий соблюдение данной процедуры (ст.6 ФЗ №125).

Социальное страхование работников выступает гарантией для ряда выплат:

- выплаты пособия по временной нетрудоспособности;

- выплаты компенсации при несчастном случае на производстве и профессиональном заболевании;
- сохранения дневного или месячного заработка в ряде случаев;
- выплаты командировочных расходов при переобучении работника;
- возмещения расходов, связанных с использованием личного имущества работника (ст.182-188 ТК).

Если речь идет о несчастном случае или профессиональном заболевании, лицо, обладающее правом на выплаты, может обеспечить его реализацию в любое время.

5.2 Производственная безопасность

Таблица 5.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работы			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.1191-03.
2. Уровень электромагнитного излучения		+	+	Электромагнитные поля в производственных условиях. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
3. Превышение уровня шума		+	+	СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	Самгин Э.Б. Освещение рабочих мест. – М.: МИРЭА, 1989. – 186с.
5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (МПОТ). ГОСТ 12.4.011-89. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

5.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Отклонение показателей микроклимата

Рабочее помещение предназначено для организации лёгкой категории работ 1а. Работа за компьютером производится сидя и не требует приложения физического напряжения или переноски тяжестей. Нормы метеорологических условий учитывают время года и характер производственного помещения.

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется согласно [24] температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением и интенсивностью теплового излучения от нагретых поверхностей.

В таблице 5.2.1.1 приведены нормы метеоусловий для категорий работ по тяжести 1а согласно [24].

Таблица 5.2.1.1 - Нормы метеоусловий

Холодный период года $t_{\text{возд}}^{\text{возд}} \text{ ниже } +10, ^\circ\text{C}$						Тёплый период года $t_{\text{нап}}^{\text{возд}} +10, ^\circ\text{C}$					
Оптимальные			Допустимые			Оптимальные			Допустимые		
Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	Температура воздуха, $^\circ\text{C}$	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
22-24	40-60	Не более 0,1	20-25	15-75	Не более 0,3	23-25	40-60	Не более 0,1	21-28	15-75	0,1-0,2

Данное помещение не имеет искусственной вентиляции. Воздухообмен осуществляется за счёт естественного неорганизованного перемещения воздуха, направленного на вытяжку воздуха из помещения.

Количество приточного воздуха при естественной вентиляции должно

быть не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ на одного человека, при объёме помещения приходящегося на него менее 20 м^3 . В рассматриваемом помещении располагается 9 рабочих мест при объёме помещения равном 252 м^3 . Таким образом, на каждого человека приходится приблизительно 28 м^3 пространства помещения. Таким образом естественный воздухообмен не обеспечивает необходимые санитарные нормы и требует повышения качества вентиляции.

Уровень электромагнитного излучения

Монитор является сильным источником электромагнитного излучения, особенно его задние и боковые стенки, так как они не имеют специального защитного покрытия, которое есть у лицевой части экрана.

В рассматриваемой аудитории применяются мониторы с использованием плоских жидкокристаллических дискретных экранов. Спектр излучения компьютера включает в себя рентгеновскую, ультрафиолетовую и инфракрасную области спектра, а также широкий диапазон электромагнитных волн других частот. Опасность рентгеновских лучей считается пренебрежимо малой, поскольку этот вид лучей поглощается веществом экрана.

Максимальный уровень рентгеновского излучения на рабочем месте оператора компьютера обычно не превышает 10 мкбэр/ч , а интенсивность ультрафиолетового и инфракрасного излучений от экрана монитора лежит в пределах $10\text{--}100 \text{ мВт/м}^2$.

Превышение уровня шума

Немаловажной частью обеспечения эффективной работы являются мероприятия по снижению уровня шума до комфортных значений. Шум оказывает негативное влияние на весь организм. Основным источником шумов в рассматриваемой аудитории является система охлаждения

компьютерной техники. По характеру спектра данный шум является широкополосным. В соответствии с [29] уровень шума на рабочем месте не должен превышать 50 дБ.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

В соответствии с санитарными нормами и правилами качественное освещение играет важную роль в обеспечении безопасной и продуктивной работы. Освещение влияет на общее состояние человека его безопасность и производительность труда. Максимальная производительность труда соответствует оптимальной освещенности. При недостаточной или непостоянной освещенности орган зрения вынужден напрягаться и приспосабливаться, что способствует ухудшению зрительного органа, потери внимательности, быстрой утомляемости человека.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь естественное освещение. Также немаловажно наличие хорошего искусственного освещения, которое обеспечивает возможность работы в помещении в пасмурное или ночное время суток и при различных климатических условиях. Рассматриваемая аудитория относится к 1 группе, включающая помещения, в которых производится различение объектов зрительной работы при фиксированном направлении линии зрения, нормированное значение освещённости рабочей поверхности составляет 300 лк [27].

Поскольку естественное освещение не обеспечивает достаточную освещённость рабочих поверхностей, то используется так же и искусственное освещение за счёт люминесцентных ламп. Согласно [26] при организации естественного освещения мониторы должны быть расположены боковой стороной по отношению к оконным проёмам, так чтобы свет падал преимущественно слева. Для части рабочих мест в аудитории – это условие выполняется.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Электробезопасность в производственных условиях обеспечивается соответствующей конструкцией электроустановок, техническими способами и средствами защиты, организационными и техническими мероприятиями.

Травмы от поражения электрическим током могут быть получены в результате прикосновения человека к незаземленным токопроводящим элементам оборудования, случайного поражения статическим электричеством, образовавшимся на элементах электрооборудования или в результате пробоя изоляции токопроводящих частей. Так же одной из причин является несоблюдение техники безопасности и правил эксплуатации оборудования.

В связи с изложенными выше опасностями к самостоятельной работе в компьютерной аудитории допускаются лица, не моложе 18 лет, которые прошли инструктаж по технике безопасности.

5.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов на исследователя

Обеспечение надлежащего микроклимата в помещении

Повышения качества вентиляции можно осуществить путём установки систем механической вентиляции и кондиционирования. Допустимые нормы по запылённости должны соответствовать санитарным нормам для ПДК веществ 4-ого класса опасности, более 10 мг/м^3 , и требуют влажной ежедневной двухразовой уборкой пола в помещении [25].

Обеспечение снижения уровня электромагнитного излучения

Защита организма человека от действия электромагнитных излучений предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих

предельно допустимые.

Способы защиты от электромагнитного излучения компьютера:

а) как можно чаще прерывать работу, а так же по возможности максимально сократить время работы за компьютером;

б) монитор и системный блок должен находиться как можно дальше от человека.

Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений от монитора компьютера [26] представлены в таблице 5.2.2.1.

Таблица 5.2.2.1 – Допустимые уровни ЭМП

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Обеспечение санитарных норм по уровню шума

В качестве мер по снижению уровня шума используется размещение вентиляторов в защитном кожухе внутри корпуса, либо улучшение конструкции персональных компьютеров.

Обеспечение санитарных норм по освещению

Для обеспечения комфортной работы на всех рабочих местах ниже приведен расчет искусственного освещения рабочего помещения. Для обеспечения равномерного освещения в помещении используется общее освещение, т.к. нет необходимости в лучшем освещении отдельных участков.

В рабочем помещении, имеющем размеры: длину А, ширину В, высоту Н, используется система общего искусственного люминесцентного освещения и выполняется работа, требующая освещенности 300 лк. Дополнительные данные: высота рабочей поверхности - h_p , коэффициент отражения стен p_c , потолка - p_n , коэффициент запаса К, коэффициент равномерности освещения – Z.

Таблица 5.2.2.2– Исходные данные

A(м)	B(м)	H(м)	h_p (м)	p_c (%)	p_n (%)	К	Z
9	8	3,5	0,9	30	50	1,8	1,1

Площадь помещения: $S = A \cdot B = 9 \cdot 8 = 72 \text{ м}^2$. Расстояние светильников от перекрытия (свес) примем $h_c = 0,5 \text{ м}$. Выбираем светильники типа ОД с интегральным критерием оптимальности расположения светильников $\lambda = 1,4$.

Тогда:

– высота светильника над рабочей поверхностью находится по формуле:

$$h = H - h_c - h_p = 3,5 - 0,5 - 0,9 = 2,1 \text{ м};$$

– расстояние между светильниками

$$L = \lambda \cdot h = 1,4 \cdot 2,1 = 2,94;$$

Размещаем светильники в два ряда. В каждом ряду установлено по пять светильников типа ОД мощностью 30 Вт (с длиной 0,933 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 50 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников (рис. 5.2.2.1).

Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении $N = 20$.

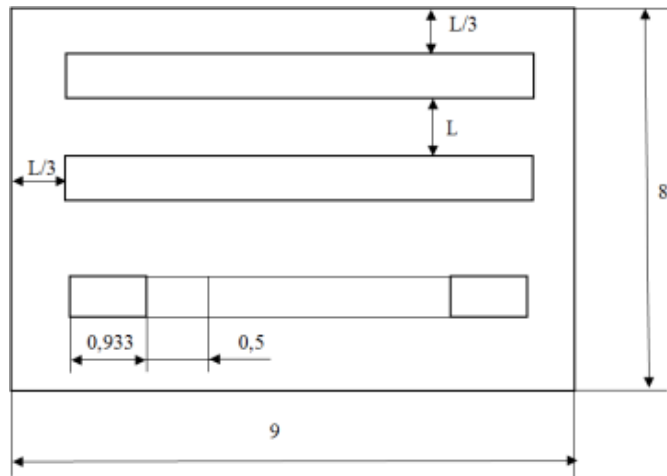


Рисунок 5.2.2.1 – Размещение искусственного освещения в рабочем помещении

Определим индекс помещения:

$$i = \frac{S}{(A + B) \cdot h} = \frac{72}{2,1 \cdot (9 + 8)} = 2$$

Определим η с учетом типа светильника и значений ρ_c и $\rho_{\text{п}}$: $\eta = 0,43$.

Определим световой поток лампы Φ по формуле:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot \eta} = \frac{300 \cdot 72 \cdot 1,8 \cdot 1,1}{20 \cdot 0,43} = 4973 \text{ лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ 80 Вт с потоком 5000 лм. Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{л.станд}} - \Phi_{\text{л.расч}}}{\Phi_{\text{л.станд}}} \cdot 100\% \leq +20\%$$

Получаем:

$$-10\% \leq 0,54\% \leq +20\%$$

Определяем электрическую мощность осветительной установки:

$$P = 20 \cdot 80 = 1600 \text{ Вт.}$$

Оптимальное светораспределение обеспечивается применением закрытых четырехламповых светильников с использованием

люминесцентных ламп типа ЛБ. Созданное в аудитории искусственное освещение обеспечивает возможность работы в помещении в любое время суток и при любых метеоусловиях.

Обеспечение электробезопасности

В рассматриваемом помещении, с целью снижения рисков поражения электрическим током, в оборудовании применяется изоляция токопроводящих элементов. Оборудование, находящееся под напряжением, имеет защитные кожухи, т.е. корпуса компьютеров. Они обеспечивают защиту от случайного прикосновения к токопроводящим элементам компьютера, а также предохраняют оборудование от попадания в него посторонних предметов и влаги.

Для предупреждения и предотвращения электрическим током в помещении применяются следующие мероприятия:

- а) контроль состояния и своевременное устранение неисправности оборудования;
- б) регулярная проверка изоляции;
- в) соблюдение техники безопасности и правил работы с оборудованием;
- г) установка защитных устройств, таких как автоматические выключатели и сетевые фильтры.

На основе предыдущих исследований можно сделать вывод, что согласно действующими правилами устройства электроустановок данное помещение относится к помещениям с повышенной опасностью. В нём отсутствует искусственная вентиляция, а естественная не обеспечивает необходимой циркуляции воздуха, что приводит к периодическому длительному повышению температуры воздуха свыше 30 °С.

5.3 Экологическая безопасность

В помещении, в котором осуществляется процесс проектирования, используется офисная техника: компьютеры; принтеры; сканеры. Она относится к классу высокотехнологичных изделий.

При эксплуатации компьютерной техники к расходным материалам, не подлежащим восстановлению, относятся: манипулятор «мышь», клавиатура.

Клавиатура и манипулятор более чем на 90 % состоят из пластика. Срок эксплуатации, по данным производителей, составляет примерно 5 лет. При эксплуатации копировальной техники и принтеров остаются использованные картриджи, состоящие примерно на 90 % из пластика. Большинство моделей картриджей рассчитано на одноразовое использование и дополнительной заправке не подлежат. По окончании срока эксплуатации использованные картриджи должны передаваться на восстановление в специализированные предприятия, однако в реальной ситуации картриджи поступают в отходы.

В результате эксплуатации офиса образуются твердые бытовые отходы, в состав которых входит бумага, картон, пластик, люминесцентные лампы которые утилизируются отдельно от бытовых отходов. Разумным подходом к утилизации твердых бытовых отходов является организации вторичной переработки вместо вывоза аппаратуры на свалки.

Таким образом, удастся получить некоторое количество ценных материалов, пригодных для повторного использования в качестве сырья, исключая стадию их добычи или изготовления. Данный способ позволят сократить расходы производства и снизить нагрузку на окружающую среду за счет уменьшения технологического цикла. Утилизация офисной техники с помощью профессионалов, позволяет обеспечить стабильное функционирование процессов производства с использованием вторичных материалов.

Разработанное исследование использования новых видов тепловой изоляции в энергетике на различных источниках тепловой энергии и тепловых сетях.

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Компьютерная аудитория оборудована различными электрическими приборами, такими как персональные ЭВМ, системы освещения, неисправность или неправильное использование которых могут привести к короткому замыканию, что может привести к возгоранию. Установленные общие требования пожарной безопасности к объектам защиты различного назначения.

Причины возникновения пожара в компьютерной аудитории могут быть:

1. Открытый огонь;
2. Электрические повреждения (короткое замыкание и т. д.).

Первая группа причин, включающая обращение с "открытым" и "закрытым" огнём, курение в неположенных местах, оставление без присмотра электронагревательных приборов и устройств. В целях противопожарной безопасности необходимо соблюдение предупредительных мер. Допускается работа только на исправных установках и приборах. К работе могут допускаться лица, прошедшие инструктаж, по технике безопасности. Здание 4-го корпуса НИ ТПУ относится к группе негорючих помещений. Согласно нормам первичных средств пожаротушения ППР - 2012 с учётом наличия электроустановок напряжением до 1000 В, на 100 м² должны быть: один углекислотный огнетушитель типа ОУ-2, ОУ-5 или ОУ-8. Категория по пожарной опасности – В.

Вторая группа причин:

1. Короткие замыкания. В таких случаях сила тока достигает больших величин и сопровождается динамическим и тепловым воздействием;
2. Увеличение переходного сопротивления в местах соединения

ответвлений, контактов, что вызывает местный нагрев, перегрев, воспламенение изоляции;

3. Неисправность электроустановок и электросетей, а также неправильное устройство электросетей и электрооборудования.

В этих случаях в аудитории предусмотрено аварийное отключение. На распределительном щите имеется рубильник, с его помощью можно обесточить всё электрооборудование в помещении

С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети;

2. Курить только в отведённых для этого местах;

3. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами и вызвать по телефону "01" (010 для мобильной связи) пожарную команду;

4. Сотрудники аудитории должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной клетки (рис. 5.4.1).

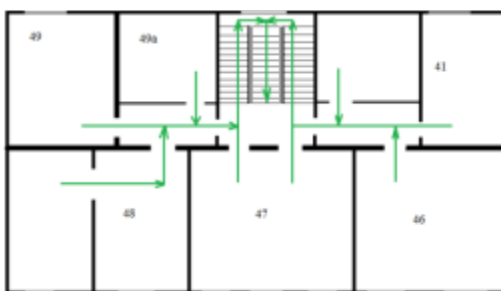


Рисунок 5.4.1 - План эвакуации при пожаре

Заключение

Проведено численное моделирование тепловых потерь в бесканальных тепловых сетях с разным влагосодержанием в тепловой изоляции.

Результаты численного моделирования позволяют сделать вывод об увеличении тепловых потерь за счет увеличения влажности тепловой изоляции. Так же влияние на тепловые потери оказывает рост температур в подающем и обратном трубопроводах. Показано, что наибольший рост тепловых потерь на тепловых сетях наблюдается при эксплуатации теплопроводов без тепловой изоляции.

Для наиболее типичных температурных графиков работы и геометрических характеристик бесканальных тепловых сетей построены термограммы (рис. 3.2.1 – 3.2.3) для оценки состояния тепловой изоляции бесканальных теплопроводов по известной температуре поверхности грунта в зоне размещения рассматриваемых объектов.

Список литературы

1. Кириллов Ю.И., Мотлохов М.А., Бычков А.М., Звонарев М.Г. Состояние тепловой изоляции на электростанциях ОАО РАО «ЕЭС России» // Энергетик. 2005. №11. С. 2-5.
2. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Анализ тепловых потерь теплотрубопроводов в условиях взаимодействия с влажным воздухом // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. №2. С. 37-39.
3. Кузнецов Г.В., Половников В.Ю. Оценка масштабов тепловых потерь в магистральных теплотрубопроводах в условиях затопления // Промышленная энергетика. 2006. №8. С. 32-34.
4. Ватин Н.И., Дубов В.В., Петраков Г.П. Внедрение РМД 41-11-2012 Санкт-Петербург «Устройство тепловых сетей в Санкт-Петербурге» // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». 2013. №1(6). С. 48-54.
5. Шишкин А.Н. О проекте федерального закона «О теплоснабжении» // Новости теплоснабжения. 2010. №6. С. 20-24.
6. СП 21-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов. М.: Госстрой России, 2001. 42 с.
7. СНиП 21-03-2003. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. СПб.: Деан, 2004. 61с.
8. Соколов Е.Л. Теплофикация и тепловые сети: Учебник для ВУЗов. – 5-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 360 с.
9. Балугев Е. Д. Перспективы развития централизованного теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 2001. – № 11. – С. 50-54.
10. Слепченко В.С., Петраков Г.П. Повышение энергоэффективности теплоизоляции трубопроводов тепловых сетей северных и северо-восточных регионов России // Инженерно-строительный журнал. – 2011, – №4(22). – С. 26-32.

11. Яковлев Б.В. Предотвращение коррозионной повреждаемости теплосетей канальной прокладки // Новости теплоснабжения. – 2009. – №3 – С. 39-41.
12. Байбаков С.А., Тимошкина А.С. Основные направления повышения эффективности тепловых сетей // Электрические станции. – 2004. №7. – С. 19-25.
13. Kuznetsov G.V. Polovnikov V.Yu. Numerical Simulation of the Thermal State of a Flooded Pipeline Taking into Account Unsteadiness of the Process of Heat Insulation Saturation with Moisture // Thermal Engineering. – 2008. Vol.55. No. 5. – P. 426-430.
14. Kuznetsov G.V. Polovnikov V.Yu. Numerical analysis of heat losses by main heat pipelines under conditions of complete or partial flooding // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2008. – Vol. 81 – No. 2 – P. 323-331.
15. Молодежникова Л.И., Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнике / Учебное пособие. – Томск: Издательство Томского Политехнического Университета, 2011. - 205 с.
16. Федеральный закон об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации №261 от 23.09.2009 г.
17. Данилов Н.И. Основы энергосбережения: учебник / Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 564с.
18. Тихомиров К.В. Теплотехника. Теплогазоснабжение и вентиляция, учебник для вузов. – 5-е изд., репринтное/ М.: ООО «БАСТЕТ», 2009. – 480 с.
19. Фокин В.М., Бойков Г.П., Видин Ю.В. Основы технической теплофизики: Монография М.: Издательство ассоциации строительных вузов, 2008.
20. Козин В.Е., Левина Т.А., Марков А.П., Пронина И.Б., Слемзин В.А., Теплоснабжение: Учебное пособие для студентов вузов. М.: Высш. Школа, 1980. – 283 с.
21. Ионин А.А., Хлыбов Б.М., Братенков В.Н., Трелецкая Е.Н.; Под ред. А.А.Иониной. Теплоснабжение: Учебник для вузов. М: Стройиздат, 1982. – 265 с.

22. Бирюлин Г.В. Теплофизические расчеты в конечно-элементном пакете COMSOL/FEMLAB. СПб.: СПбГУИТМО, 2006. – 89с.
23. Гува А.Я. Краткий теплофизический справочник. Новосибирск: Сибвузиздат, 2002. – 299 с.
24. СанПин 2.2.4. 548-96.
25. ГН 2.2.5.1313. – 03.
26. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03.
28. Ю.В. Бородин, М.В. Василевский, А.Г. Дашковский, О.Б. Назаренко, Ю.Ф. Свиридов, Н.А. Чулков, Ю.М. Федорчук. Безопасность жизнедеятельности. Практикум // Издательство Томского политехнического университета. 2009. – 50с.
29. ГОСТ 12. 1. 003-83 ССБТ.