

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Приборостроение

Отделение школы Контроля и диагностики

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
Контроль температуры расплава металлов

УДК681.586'36:669.046

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Дяо Иса		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фёдоров Е.М.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Фадеева Вера Николаевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ТПУ	Панин Владимир Филиппович	д.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Борис Борисович	к.т.н.		

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

Школа ИШНКБ

Направление подготовки Приборостроение

Отделение школы Контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Б.Б. Мойзес  
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
151Б51	Дяо Иса

Тема работы:

Контроль температуры расплава металлов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b> <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом контроля является температура расплава металлов, находящаяся в диапазоне 200 – 2000 °С. Процесс плавки, приготовления сплавов,ковки, закалки, отпуска.</p>
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> <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>	<p>Обзор литературных источников по методам измерения высоких температур. Анализ методов измерения температуры расплава металлов с целью выбрать наиболее оптимальный для разработки экономичного устройства контроля температуры расплава. Рассмотреть современные устройства измерения температуры применяемые промышленностью, с целью создания конкурентно способного, экономичного устройства. Разработка дополнительных разделов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• финансовый менеджмент;</li> <li>• социальная ответственность.</li> </ul> <p>Заключение по работе.</p>
<p><b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	-
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i></p>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фадеева Вера Николаевна
Социальная ответственность	Панин Владимир Филиппович

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

**Задание выдал руководитель:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
151Б51	Дяо Иса		

## Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р1	Применять навыки эффективной индивидуальной и командной работы, включая руководство командой, работу по междисциплинарной тематике с учетом этики и корпоративных интересов, в том числе и на иностранном языке.	Требования ФГОС (УК-1, УК-3, УК-4, УК-5, УК-6, ОПК-1, ОПК-2, ПК-12), CDIO Syllabus (2.1, 2.3, 2.4, 2.5, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.2, п. 2.3, п. 2.4, п. 2.5, п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю,)
Р2	Применять навыки управления разработкой и производством продукции на всех этапах ее жизненного цикла с учетом инновационных рисков коммерциализации проектов, в том числе в нестандартных ситуациях.	Требования ФГОС (УК-1, УК-2, УК-6, ОПК-2, ОПК-3, ПК-6, ПК-8), CDIO Syllabus (2.1, 2.4, 2.5, 3.2, 4.1, 4.2, 4.3, 4.6, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.3, п. 2.5, п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, 40.053 Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса, 40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю, 06.005 Инженер-радиоэлектроник, 29.006 Специалист по проектированию систем в корпусе, 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам)
Р3	Собирать, хранить, обрабатывать, использовать, представлять и защищать информацию при соблюдении требований информационной безопасности и корпоративной культуры.	Требования ФГОС (УК-5, УК-6, ОПК-1, ПК-1, ПК-3, ПК-4, ПК-9), CDIO Syllabus (1.1, 2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.1, п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю.
Р4	Применять навыки планирования, подготовки, проведения теоретических и экспериментальных исследований, а также представления и интерпретации полученных результатов.	Требования ФГОС (УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-8, ПК-9), Критерий 5 АИОР (п. 1.1, п.1.2, п.1.4), CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 4.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю, 40.008 Специалист по организации и управлению научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами)
Р5	Разрабатывать нормативную, техническую и методическую документацию в области неразрушающего контроля и измерительной техники.	Требования ФГОС (УК-1, УК-2, ОПК-2, ПК-3, ПК-9, ПК-11), CDIO Syllabus (1.2, 4.4), Критерий 5 АИОР (п.1.3, п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю, 06.005 Инженер-радиоэлектроник)
Р6	Быть готовым к комплексной профессиональной деятельности при разработке инновационных и эффективных методов и средств измерения и контроля.	Требования ФГОС (УК-1, УК-2, ОПК-2, ОПК-3, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-10, ПК-11, ПК-13, ПК-14, ПК-15), CDIO Syllabus (1.2, 1.3, 2.3, 4.1, 4.4, 4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.2, п. 1.3, п. 1.4, п.1.5, п. 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (19.016 Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов, 29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, 40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики, 40.108 Специалист по неразрушающему контролю, 06.005 Инженер-радиоэлектроник, 40.010 Специалист по техническому контролю качества продукции, 40.011 Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам, 29.006 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
Р7	Разрабатывать и внедрять энерго- и ресурсоэффективные технологические процессы производства приборных систем с использованием высокотехнологичных средств измерения и контроля.	Требования ФГОС (УК-2, УК-6, ОПК-3, ПК-7, ПК-8, ПК-10. ПК- 11, ПК-12, ПК-14, ПК -15), CDIO Syllabus (1.3, 4.1, 4.2, 4.5. 4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.2, п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI, требования профессиональных стандартов (19.016 Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов, 29.004 Специалист в области проектирования и сопровождения производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов, 40.053 Специалист по организации постпродажного обслуживания и сервиса)

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 84 с., 14 рис., 24 табл., 19 источников.

Ключевые слова: температура, расплав металла, термоэлектрическое преобразование, терморезистивное преобразование, пирометр.

Объектом исследования являются основные методы применяемых приборов для измерения температуры.

Цель работы – провести анализ методов и средств измерения высоких температур применяемые промышленностью для контроля температуры расплава металлов в технологическом процессе производства различных сплавов.

В процессе исследования были рассмотрены методы измерения температуры, особенности контроля температуры расплава металлов, отмечены основные достоинства и недостатки методов измерения высоких температур.

В результате исследования нужно выбрать наиболее оптимальный метод измерения температуры для дальнейшей разработки системы контроля температуры расплава металлов.

Область применения: Выпускная квалификационная работа предназначена для осуществления обзора методов и средств измерения контроля температуры расплава металлов, которая может быть использована при разработке устройств измерения температуры .

В будущем планируется на основе проведенного исследования разработать устройство контроля температуры расплава металлов в металлургической промышленности.

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ	10
2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	13
2.1 Жидкостные стеклянные термометры	15
2.2 Манометрические термометры	18
2.3 Термоэлектрические термометры	20
2.4 Электрические термометры сопротивления	22
2.5 Бесконтактное измерение температуры	24
2.6 Пирометры частичного излучения	26
2.6.1 Оптические пирометры	27
2.6.2 Фотоэлектрические пирометры	28
2.7 Пирометры спектрального отношения	30
3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЛЯ ТЕРМОРЕЗИСТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ	32
4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	39
4.1 Планирование комплекса работ	39
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	39
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений	40
4.1.3 Технология QuaD	44
4.1.4 SWOT-анализ	46
4.2 Расчет трудоемкости этапов	49
4.3 Планирование научно-исследовательских работ	50
4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	50
4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ	51
4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования	52

4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	56
4.3.5 Основная заработная плата исполнителей темы	58
4.3.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы	60
4.3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	60
4.3.8 Накладные расходы	61
4.3.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	62
4.4 Расчёт затрат на проектирование	63
5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	68
5.1 Анализ вредных факторов	68
5.1.1 Электрическое поле	68
5.1.2 Расчет воздухообмена	69
5.1.3 Расчет искусственного освещения	71
5.2 Анализ опасных факторов	74
5.2.1 Ионизирующее излучение.	74
5.2.2 Производственный шум.	75
5.2.3 Электробезопасность	75
5.3 Охрана окружающей среды	77
5.4 Предотвращение ЧС и устранение их последствий	78
5.4.1 Пожарная безопасность.	79
5.4.2 Стихийные бедствия и военное время.	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	83



## ВВЕДЕНИЕ

Металлургическая промышленность достигла беспрецедентных достижений в области развития. Технология автоматизации широко используется в металлургической промышленности, она требует использования современных методов измерительных инструментов, высокой производительности, а также безопасной и экономичной работы. Применение новых технологий позволило повысить автоматизацию производства в металлургической промышленности, её эффективность промышленного производства, а также повысить качество продукции.

Металлургическая промышленность относится к промышленному сектору, который добывает, отбирает и спекает металлические руды и выплавляет их в металлические материалы. Высокая производительность, контроль и снижение ошибок в металлургических процессах могут привести к абсолютной потере энергии, топлива и металла.

Основной физической величиной, влияющей практически на весь цикл производства изделий, является температура материала. Поэтому велика роль систем надежного мониторинга температуры.

Существующие устройства контроля температуры расплава металлов обладают либо высокой стоимостью, либо требуют множества сменных зондов, что также повышает стоимость системы контроля.

Требуется выбрать наиболее оптимальный метод измерения температуры расплава для дальнейшей разработки системы контроля.

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБЪЕКТА КОНТРОЛЯ

## Плавление металлов

Обработка металлических материалов, таких как литье, каландрирование, сварка, порошковая металлургия в основном проходят процесс превращения жидкости в твердое вещество. Жидкое состояние является исходным состоянием материала, но из-за высокой температуры плавления металла анализ жидкой структуры вызывает трудности, и текущее понимание жидкого состояния металла намного меньше, чем понимание твердого состояния.

С развитием современной науки и техники были рассмотрены различные методы для изучения жидкометаллических конструкций. Способы получения информации о структуре высокотемпературных жидкостей: некоторые косвенные методы, то есть определение чувствительных свойств в соответствии с различными структурами, и некоторые прямые методы, такие как рентгеновское излучение, электронография, нейтронография и тому подобное. Структурные параметры определяются экспериментально, а их структуры количественно объясняются. Для преобразования жидкости в твердое вещество предоставляется большое количество ценной информации, что способствует дальнейшему развитию науки и техники в области обработки материалов.

Расплав металла относится к жидким металлам и сплавам, таким как расплавленное железо в доменном металлургическом производстве, расплавленная сталь в различных процессах выплавки стали, жидкая медь в пирометаллургической меди, алюминиевая жидкость, полученная электролизом алюминия и т.д. Он является основным продуктом пирометаллургического процесса, а также прямым участником многофазной реакции в процессе плавки. Например, многие физические процессы и химические реакции в процессе производства стали осуществляются между расплавленной сталью и шлаком. Следовательно, физические и химические свойства расплава металла оказывают

очень важное влияние на различные показатели процесса соответствующего процесса плавки.

Существуют две модели плавления металла: модель I близка к температуре плавления металла, некоторые её атомы в жидком металле расположены аналогично твердому металлу, который составляет небольшие кристаллические группы. [6] Эти группы нестабильны, с течением времени они продолжают расщепляться и исчезать, потом продолжают формироваться в новые, и между этим небольшими группами существует широкий диапазон зон атомных беспорядков. Тип I подчеркивает закономерность локального расположения атомов жидкого металла.

Модель II представляет собой плотную шариковую кучу, в которой атомы в жидком металле соответствуют турбулентности, и нет ни кристаллических областей, ни пустот, которые могли бы вместить другие атомы. В плотно упакованной шариковой кучи находится область с высокой плотностью, называемая «псевдо ядром». Модель II выделяет плотную упаковку атомов жидкого металла.

Многие пирометаллургические процессы, такие как выплавка стали, электролиз алюминия и рафинирование черновой меди, осуществляются в расплавленной реакционной среде. Данные реакционные среды и продукты реакции, которые находятся в расплавленном состоянии во время пирометаллургического процесса, называются металлургическими расплавами. Металлургические расплавы обычно подразделяют на четыре типа в зависимости от основных составляющих расплавов: расплавы металлов, металлургические шлаки, металлургические расплавленные соли и металлургические расплавы. Поскольку основными компонентами шлака, расплавленной соли и плавки являются различные соединения металлов или неметаллов, а не металлы называют неметаллическими расплавами.

Свойства металлургического расплава напрямую влияют на ход процесса плавки, показатели процесса плавки и качество металлургической продукции. Поэтому понимание физико-химических свойств металлургических расплавов и их взаимосвязи с температурой, давлением и составом имеет большое значение для эффективного контроля и регулирования металлургических процессов и улучшения качества металлургической продукции.

## 2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Температурой называют величину, характеризующую тепловое состояние тела. Согласно кинетической теории температуру определяют, как меру кинетической энергии поступательного движения молекул. Отсюда температурой называют условную статистическую величину, прямо пропорциональную средней кинетической энергии молекул тела.

Температуру измеряют с помощью устройств, использующих различные термометрические свойства жидкостей, газов и твердых тел. Существуют десятки различных устройств, применяемых в промышленности, при научных исследованиях, для специальных целей.

В таблице 1 приведены наиболее распространенные устройства для измерения температуры и практические пределы их применения.

Таблица 1. - Практические пределы применения наиболее распространенных устройств для промышленных измерений температур

<b>Термометрическое свойство</b>	<b>Наименование устройства</b>	<b>Пределы измерения температуры, °С</b>	
Тепловое расширение	Жидкостные стеклянные термометры	-190	600
Изменение давления	Манометрические термометры	-160	600
Изменение электрического сопротивления	Проводниковые термометры сопротивления	200	500
	Полупроводниковые термометры сопротивления	-90	180

Термоэлектрические эффекты	Термоэлектрические стандартизированные термометры (термопары)	-50	1600
	Термоэлектрические специальные термометры (Термопары)	1300	2500
Пирометры	Оптические пирометры	700	6000
	Фотоэлектрические пирометры	600	4000
	Радиационные пирометры	20	3000

## 2.1 Жидкостные стеклянные термометры

В стеклянном жидкостном термометре используется принцип измерения температуры теплового расширения и эффекта сжатия: когда температура изменяется, объем жидкости в стеклянном шарике увеличивается или снижается, так что изменяется высота столба жидкости, входящего в капилляр.

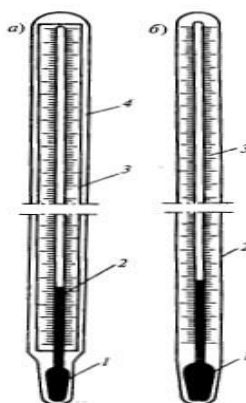


Рисунок 1 – Жидкостный стеклянный термометр, а) с вложенной шкалой: 1 — стеклянный резервуар; 2 — капилляр; 3 — шкальная пластина; 4 — стеклянная оболочка; б) — палочный: 1 — резервуар; 2 — толстостенный капилляр; 3 — шкала на наружной поверхности капилляра

Жидкостный термометр состоит из стеклянной бутылки и капиллярной трубки. Структура стеклянного жидкостного термометра в основном состоит из чувствительного пузырька к температуре, содержащего чувствительную к температуре жидкость (или среду для измерения температуры), стеклянную капиллярную трубку и линейку шкалы (рис. 1). Чувствительный к температуре пузырек расположен в нижней части термометра и является частью стеклянного жидкостного термометра. Он может вместить большую часть жидкости, поэтому его также называют пузырьком для хранения жидкости. Чувствительный к температуре пузырёк либо непосредственно обрабатывается стеклянной

капиллярной трубкой, либо изготавливается путем сварки тонкостенной стеклянной трубки.

Жидкость представляет собой среду для измерения температуры, заключенную в пузырёк термометра, обладает характеристиками большого коэффициента расширения тела, малой вязкости, низкого давления пара при высокой температуре, стабильных химических свойств, отсутствия износа и жидкого состояния в широком диапазоне температур. Обычно используются органические жидкости, такие как ртуть, толуол, этанол и керосин. Стеклянный капилляр представляет собой центральную тонкую стеклянную трубку, соединенную с чувствительным к температуре пузырьком, жидкость перемещается внутрь при изменении температуры. Линейка должна выгравировать указательную линию непосредственно на поверхности капилляра, а шкала помечена символом числа и единицы измерения температуры, чтобы указать температуру измеряемой температуры.

Разрешение шкалы термометра связано с чувствительностью термометра. Если она велика, разрешение шкалы термометра высокое. Чтобы повысить чувствительность термометра нужно увеличить объем измеряемой температуры жидкости или уменьшить диаметр капилляра. Однако увеличение объема жидкости, измеряющей температуру, не позволяет легко достичь теплового равновесия с испытуемым веществом, что приводит к большой ошибке гистерезиса и легкой деформации шариковой части, а уменьшение диаметра капилляра затрудняет равномерную обработку капиллярной трубки, вызывая подъем столба жидкости. Следовательно, следует учитывать соответствующую чувствительность.

Кроме того, чувствительность термометра также связана с разницей между коэффициентами теплового расширения измеряющей температуру жидкости и стекла. Как правило, жидкость, имеющая большой коэффициент



теплового расширения, выбирается в качестве жидкости для измерения температуры, а коэффициент теплового расширения стекла должен быть как можно меньшим.

Применение и выпуск следующих основных разновидностей:

1. Обычный термометр, стеклянный жидкостной термометр для измерения температуры воздуха.

2. Датчик максимальной температуры, относится к термометру, используемому для измерения самой высокой температуры за определенный период времени.

3. Датчик самой низкой температуры, жидкостью для измерения температуры обычно является спирт. Поскольку теплопроводность спирта мала, чтобы увеличить площадь контакта с воздухом, шариковая часть обычно имеет форму вилки или цилиндрической формы.

4. Измеритель температуры изогнутой трубы, датчик температуры изогнутой трубы - это стеклянный ртутный термометр, изогнутый под прямым углом или любым другим подходящим углом ниже нижней линии шкалы, обычно изогнутый до 135 °С. Изогнутый трубчатый термометр используется для измерения температуры почвы на глубине 20 см или менее.

## 2.2 Манометрические термометры

Манометрические термометры - это термометр, который использует определенное количество рабочего вещества. Манометрические термометры имеют идеальную температуру газа (шкала стандартной температуры). Температура, измеряемая манометрическим термометром, совпадает с термодинамической температурой.

Принцип основан на взаимосвязи между давлением насыщенного пара испаряющейся жидкости и температурой. Когда происходит измерение температуры, насыщенный пар в замкнутой системе создает соответствующее давление, вызывая изменение кривизны упругого элемента, создавая смещение свободного конца, и затем механизм усиления зубчатой передачи изменяет смещение до указанного значения.

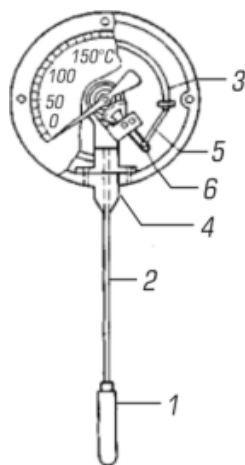


Рисунок 2. – Манометрический термометр: 1 – термобалон; 2 - капиллярная трубка; 3..6 - манометрические части

Манометрические термометры и серия приборов для измерения температуры, преодолевают недостатки производительности одного прибора, низкой надежности и большого накопления температуры, а также уменьшают объем элемента измерения температуры до  $1/30$  или  $1/60$ . Датчик теплового сопротивления установлен в элементе измерения температуры для реализации

функции измерения температуры в мехатронике. Создан многофункциональный серийный измеритель температуры с передачей на большие расстояния, антивибрацией, антикоррозионной защитой, электрическим контактом и передачей сигнала температуры с жидкостным термометром в качестве базового прибора для измерения температуры.

Этот термометр имеет характеристики малого объема, быстрого отклика, высокой чувствительности и интуитивного считывания. Обладает практически всеми преимуществами термометра со стеклянным стержнем, биметаллического термометра и термометра давления газа. Он может быть выполнен в противоударном и антикоррозионном типе, а также подает сигнал удаленного контакта, сигнал теплового сопротивления, сигнал 0-10 мА или 4-20 мА. Это механический прибор для измерения температуры с самым широким диапазоном и наиболее широкими характеристиками.

Манометрические термометры подходят для промышленного применения для измерения температуры различных сред, не вызывающих коррозии меди. Если среда является коррозионной, она должна быть антикоррозионного типа. Термометры давления широко используются для измерения температуры и контроля производственного процесса в механической, текстильной, химической, фармацевтической и пищевой промышленности. Антикоррозионный термометр давления изготовлен из нержавеющей стали и подходит для измерения температуры нейтральной агрессивной жидкости и газообразных сред.

## 2.3 Термоэлектрические термометры

Термоэлектрические термометры широко используются для измерения температур металла, поскольку термометры могут работать при температурах от  $-200$  до  $+2500$  °С или выше. Термопара на основе термоэлектрического эффекта термометра. Полезная модель имеет преимущества: простая структура, широкий диапазон измерений, удобна в использовании, точна и надежна, удобная передача сигнала. А также имеется автоматическая запись и централизованное управление и широко используется в промышленном производстве.

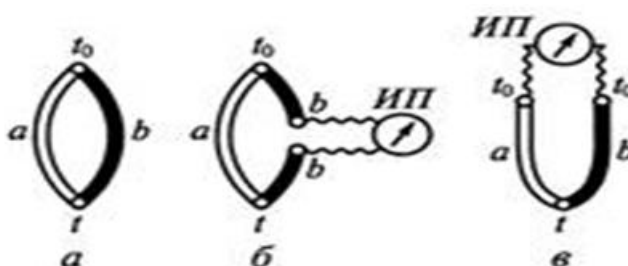


Рисунок 3 Термоэлектрический термометр: *a* — замкнутая цепь; *б* и *в* - включение измерительного прибора

Термоэлектрические термометры состоят из трех частей: термопара (чувствительный к температуре компонент), измерительный прибор (динамический измерительный прибор или потенциометр), провод, соединяющий термопару и измерительный прибор (компенсационный провод). Термопары являются одним из наиболее распространенных приборов, используемых для измерения промышленных температур. Он состоит из проводников А и В, сваренных из двух разных материалов. Один конец припоя вставляется в измеряемую среду, измеренная температура называется рабочим (горячим) концом термопары, а другой конец соединяется с проводом, называемым холодным или свободным концом (эталонный конец).

Два разных проводника (называемые проводами термопар или горячими электродами) соединены на обоих концах в петлю. Когда температура перехода

отличается, в контуре генерируется электродвижущая сила, это явление называется термоэлектрическим эффектом. Электродвижущая сила называется термоэлектрическим потенциалом.

Когда состав двух проводов термопары определен, его потенциал связан только с разностью температур, если температура холодного спая остается постоянной, то термоэлектрический потенциал находится только в рабочем конце. Проводники или полупроводники А и В из двух разных материалов сварены для образования замкнутого контура. Когда существует разность температур между двумя точками 1 и 2 при соединении проводников А и В, между ними генерируется электродвижущая сила, тем самым образуя в контуре величину, которая называется термоэлектрическим эффектом. Этот эффект используется для работы термометра.

## 2.4 Электрические термометры сопротивления

В металлургической практике для измерения температур до 6500С применяются термометры сопротивления (ТС). Температура проводника измеряется по закону, согласно которому температура зависит от сопротивления. Прецизионный платиновый термометр сопротивления является наиболее точным термометром. Диапазон температур покрытия составляет около 14 ~ 903 К, а погрешность может составлять всего одну десятитысячную градуса Цельсия.

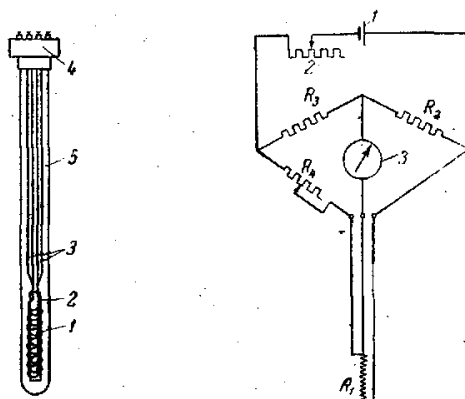


Рисунок 4 – Проводниковый термометр сопротивления: 1—платиновая спираль; 2 - слюдиной крест или другой каркас; 3 — подводящие провода; 4—головка термометра с клеммами; 5-защитная кварцевая трубка

Наиболее распространенные термометры сопротивления используются вокруг провода для измерения температуры: термометры сопротивления из меди и платины, а также для термометров сопротивления с низкими температурами из углерода, гелия и Rh-Fe. Сопротивление платине, общий чувствительный элемент RTD, состоящий из меди и никеля с воспроизводимым температурным отношением ( $R$  к  $T$ ) и диапазоном рабочих температур. Соотношение между  $R$  и  $T$  определяется как величина изменения сопротивления датчика температуры на градус отклонения. Относительное изменение сопротивления (температурного коэффициента сопротивления) в пределах рабочего диапазона показатели датчика незначительно меняется.

Полупроводниковый термометр - это прибор для измерения температуры, который использует характерное соотношение между полупроводниковым элементом и температурой. Изменение сопротивления в полупроводнике отличается от изменения в металле: когда температура повышается, сопротивление уменьшается и разброс увеличивается.

Он состоит из термистора, соединительного провода и измерительного прибора, обладает преимуществами высокой чувствительности, простой структуры и небольшого объема. Обычно используется для измерения температуры, близкой к комнатной, и для измерения с быстро меняющейся температурой и температуры точки.

Достоинствами ТСПП являются небольшие габариты, малая инерционность, высокий коэффициент. Однако они имеют и существенные недостатки:

1. Нелинейный характер зависимости сопротивления от температуры;
2. Отсутствие воспроизводимости состава и градуировочной характеристикой.

## 2.5 Бесконтактное измерение температуры

Бесконтактный датчик температуры не имеет контакта между чувствительным компонентом и объектом, подлежащим испытанию, он также называется бесконтактным прибором для измерения температуры. Этот измеритель может быть использован для измерения температуры поверхности движущихся объектов, небольших целей и небольших объектов с невысокой или высокой температурой (переходными процессами), а также измерения температуры температурных полей.

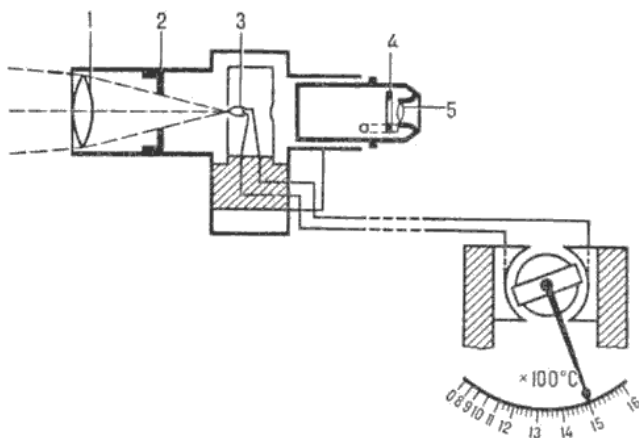


Рисунок 5 – Бесконтактный оптический термометр: 1 - линза; 2 - диафрагма; 3 - батарея; 4 – цветное стекло.

Преимущество бесконтактного датчика температуры состоит в том, что верхний предел измерения не ограничен температурным сопротивлением термочувствительного элемента, поэтому в принципе нет предела для самой высокой измеряемой температуры. Для высоких температур выше  $1800^{\circ}\text{C}$  в основном используются бесконтактные методы измерения температуры.

С развитием инфракрасной технологии бесконтактный датчик температуры постепенно расширяется от видимого света до инфракрасного света и используется до  $700^{\circ}\text{C}$  до нормальной температуры, а разрешение остается высоким.



Излучение черного тела испускаемого идеальным излучением, которое излучает наибольшее количество при определенной температуре и на определенной длине волны. В то же время, черное тело является объектом, который может поглощать все падающее излучения и ничего не отражать, поэтому оно абсолютно черное. Теоретически, черные тела излучают электромагнитные волны всех длин волн в спектре.

Согласно закону Планка о излучении черного тела, были разработаны следующие типы пирометров:

1. Пирометр частичного излучения (ПЧИ);
2. Пирометры спектрального отношения (ПСО).

## 2.6 Пирометры частичного излучения

Частичные радиационные пирометры используют взаимосвязь между энергией излучения и температурой измеряемого объекта для измерения температуры, состоящего из оптической системы и элементов детектора с более узкой полосой отклика. Часть теплового излучения измеряемого объекта излучается на детектирующий элемент через сетку и цветной фильтр, а затем усиливается и отображается измерителем.

Преимуществами этого типа датчиков являются быстрый отклик, высокая точность измерения, хорошая стабильность, низкий предел измерения, более узкие чувствительные полосы, которые могут уменьшить или устранить поглощение и излучательную способность газов на пути прицеливания.

Частичные радиационные пирометры часто используются для измерения температуры поверхности стационарного или движущегося свечения. Общий температурный диапазон составляет от 100 до 1500 °С, и его можно расширить до нормального температурного диапазона при использовании компонентов инфракрасного обнаружения.

К данному типу пирометров, измеряющих яркостную температуру объекта, относятся монохроматические оптические пирометры и фотоэлектрические пирометры, измеряющие энергию потока в узком диапазоне длин волн.

## 2.6.1 Оптические пирометры

Оптические пирометры являются одними из первых и наиболее широко используемых бесконтактных термометров. Данная модель обладает преимуществами простой структуры, удобного использования и широкого диапазона измерения температуры (700-3200 ° С) и в целом соответствует требованиям промышленной точности измерения температуры. Оптические пирометры широко используются при высокотемпературном измерении температуры расплава и печи, и являются очень важными приборами в металлургии, керамике и других отраслях промышленности.

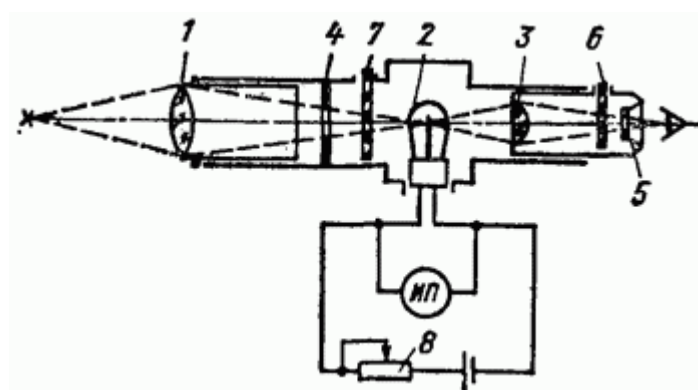


Рисунок 6 – Оптический пирометр: 1 - объектив; 2 - пирометрическая лампа; 3 - окуляр; 4 - диафрагма входная; 5 - диафрагма выходная; 6 - красный светофильтр; 7 - поглощающее стекло; 8 - реостат

Метод измерения температуры с помощью оптического пирометра заключается в сравнении яркости измеряемого объекта на длине волны 0,65 мкм с яркостью нити накала силовой лампы пирометра, установленной внутри измерителя. Когда яркость нити измерителя равна яркости измеряемого объекта, температура нити накала совпадает с температурой измеряемого объекта. Поскольку яркость нити накала определяется током, проходящим через нее, каждая сила тока соответствует определенной температуре нити накала, поэтому можно измерить величину тока, чтобы узнать температуру температуры

измеряемого объекта. Оптические пирометры изготавливаются по принципу интенсивности монохроматического излучения нагреваемого объекта, увеличивающаяся с ростом температуры для сравнения яркости используется одна длина волны, его также называют термометром монохромного излучения.

### 2.6.2 Фотоэлектрические пирометры

Фотоэлектрический пирометр относится к использованию фотоэлектрических элементов в качестве чувствительных компонентов, фототок которых пропорционален лучу, испускаемому нагретым объектом, и, следовательно, температуре нагретого объекта. Температура нагреваемого объекта измеряется объективным и неинертным образом, так что можно измерять температуру рабочего процесса на высокой скорости, и эти температуры можно автоматически записывать и регулировать.

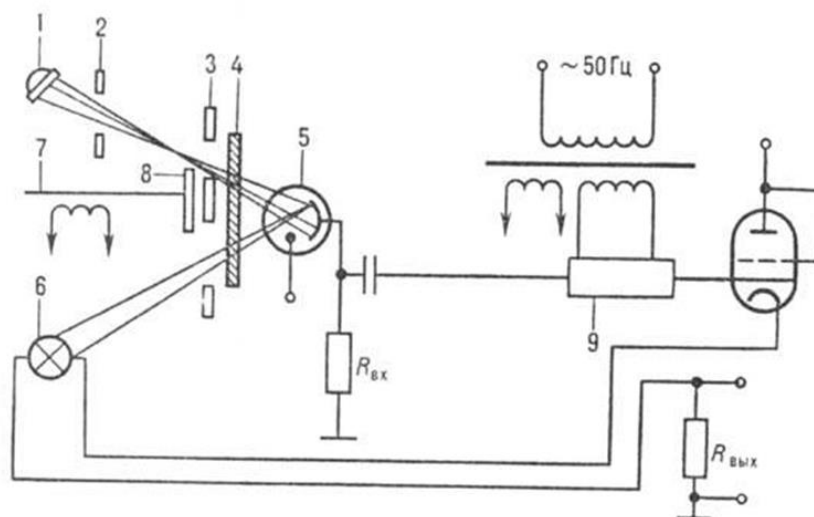


Рисунок 7 - Фотоэлектрический пирометр: 1 - объектив; 2, 3 - диафрагмы; 4 - светофильтр; 5 - фотоэлемент; 6 - лампа; 7 - модулятор света; 8 - заслонка; 9 - усилитель.

Фотоэлектрический пирометр преодолевает основные недостатки оптической высокой температуры. В качестве светочувствительного элемента измерителя используется кремниевый фотоэлемент, а не человеческий глаз, он измеряет изменение яркости и преобразует сигнал яркости в электрический сигнал, который фильтруется и усиливается. Система обнаружения отправки выполняет обработку после замены и, наконец, отображает температуру яркости измеряемого объекта.

Фотоэлектрические пирометры частичного излучения делятся на две группы:

1. пирометры, в которых мерой температуры объекта является величина фототока приемника излучения;
2. пирометры, которые содержат стабильный источник излучения, причем фотоприемник служит лишь индикатором равенства яркостей данного источника и объекта.

## 2.7 Пирометры спектрального отношения

Пирометры спектрального отношения - это термометр, который измеряет температуру, используя принцип, согласно которому отношение интенсивности монохроматического излучения черного тела является однозначной температурной функцией. Его состав аналогичен обычному оптическому пирометру, но он добавляется к более чем двум каналам для измерения различных значений. Из-за метода измерения интенсивности контраста влияние поглощения среды мало, поэтому точность высокая, но структура более сложная.

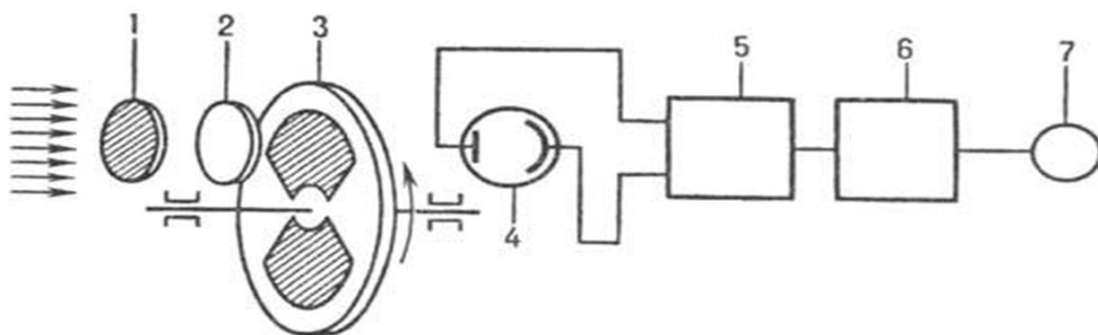


Рисунок 8 - Пирометр спектрального отношения: 1 – защитное стекло; 2 - объектив; 3 - объективатор с красным и синим светофильтрами; 4 - фотоэлемент; 5 - усилитель; 6 - логарифмич. устройство; 7 - милливольтметр.

В последние годы были разработаны цифровые фотоэлектрические колориметрические пирометры, благодаря использованию линейных схем и цифровых интегральных схем MOS, схема упрощена и компактна. Этот цифровой, фотоэлектрический, колориметрический пирометр обычно используется в диапазоне температур от 900 до 1700 ° С (верхний и нижний пределы диапазона составляют 500 ° С), основная погрешность составляет не более  $\pm 1\%$ , а время отклика составляет 1 с. Он подходит для таких отраслей промышленности, как металлургия и энергетика, особенно для высокотемпературного автоматического обнаружения движущихся объектов.

Преимущество ПСО заключается в том, что измеренное значение цветовой температуры очень близко к истинной температуре. При использовании в окружающей среде, такой как дым, пыль или водяной пар, поскольку эти среды имеют небольшое различие в характеристиках поглощения света  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$ , погрешности, вызванные поглощением среды, являются небольшими. Для объектов, спектральной, излучательной способности которые не зависят от длины волны (серая), можно непосредственно измерить истинную температуру. Вышеуказанные преимущества не встречаются в других типах фотометрических пирометров. Благодаря простоте использования ПСО, он все еще широко используется в металлургии и других отраслях промышленности.

**«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И  
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
151Б51	Дяо Иса

<b>Школа</b>	<b>ИНК</b>	<b>Кафедра</b>	<b>ФМПК</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	-Проект выполняется в Российско-китайской научной лаборатории радиационного контроля и дозора -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 215000 руб -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломни
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	-Данная НИР новая, следовательно нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют -Минимальный размер оплаты труда (на 2019 год) составляет 7500 руб
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	-Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 20 % от фонда оплаты труда.

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследовательской работы	-Технико-экономическое обоснование научно-исследовательской работы
2. Планирование процесса управления НИР: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	-Планирование работ по научно-техническому исследованию;
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	- Оценка научно-технического уровня следования, - Оценка рисков

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):**

1. «Портрет» потребителя результатов НИР
2. Альтернативы проведения НИР
3. График проведения и бюджет НИР
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Фадеева Вера Николаевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
151Б51	Дяо Иса		



## **4 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

### **4.1 Планирование комплекса работ**

Конкурентоспособность очень важный показатель при создании какого-либо нового продукта. Данный фактор напрямую зависит от экономических показателей, ресурсной эффективности исследования. Поиск источников финансирования проекта, а также его спрос на рынке зависят от оценки экономических факторов.

Целью данного раздела является оценка конкурентоспособности и потенциала проектирования электроснабжения завода по ремонту погружных установок для добычи нефти.

#### **4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

В данной работе будем проводить исследования различных видов марок кабелей для выполнения схемы электроснабжения с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Будут исследоваться марки кабелей: алюминиевые ААШв, АПвП и медные ПвП.

Кабель - необходимый инструмент в электроснабжении. Он используется при прокладке кабельных линий с целью обеспечения потребителей электроэнергией, когда невозможно построить воздушную линию электропередачи.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга).

Сегментация рынка производства кабелей показана в таблице 3.

Таблица 3 – Карта сегментирования рынка услуг по производству кабеля

	Вид ресурса		
	Производство кабеля ААШв	Производство кабеля АПвП	Производство кабеля ПвП
Энергетические предприятия	+++++++	+++++++	
Предприятия других отраслей	////////////////		////////////////
Физические лица	*****	*****	*****

+++++++ АО «СДС Азот» (Кемеровская область)

//////////////// ЗАО «Электромаш»

\*\*\*\*\*Проведенная исследовательская работа

Таким образом, в качестве целевого рынка для результатов исследования могут выступать все российские электроэнергетические и промышленные предприятия, физические лица. Ведь кабели используются как на производстве, так и в частных секторах.

#### 4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет определить преимущества и недостатки различных конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности, а также пути ее повышения.

Как отмечалось ранее, разрабатываемыми вариантами выполнения схемы внутризаводского электроснабжения будут являться три разные марки кабелей: алюминиевые ААШв, АПвП и медные ПвП.

В таблице 4 представлен вариант выполнения схемы кабелем марки ААШв.

Таблица 4- Выполнение схемы электроснабжения кабелем марки ААШв

Но мер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм <sup>2</sup>	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	10	ААШв-3х35	180
КЛ-2	ГПП-ТП-2	20	ААШв-3х35	180
КЛ-3	ГПП-ТП-3	100	ААШв -3х35	180
КЛ-4	ГПП-ТП-4	180	ААШв -3х35	180
КЛ-5	ГПП-ТП-5	10	ААШв -3х35	180

В таблице 5 представлен вариант выполнения схемы кабелем марки АПвП.

Таблица 5- Выполнение схемы электроснабжения кабелем марки АПвП

Но мер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм <sup>2</sup>	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	10	АПвП-3х35	210
КЛ-2	ГПП-ТП-2	20	АПвП-3х35	210
КЛ-3	ГПП-ТП-3	100	АПвП-3х35	210
КЛ-4	ГПП-ТП-4	180	АПвП-3х35	210
КЛ-5	ГПП-ТП-5	10	АПвП-3х35	210

В таблице 6 представлен вариант выполнения схемы кабелем марки ПвП.

Таблица 6- Выполнение схемы электроснабжения кабелем марки ПвП

Но мер линии	Назначение линии	Длина линии l, м	Марка и сечение кабеля, S, мм <sup>2</sup>	Удельная стоимость, у.е./м
КЛ-1	ГПП-ТП-1	10	ПвП-3х35	307
КЛ-2	ГПП-ТП-2	20	ПвП-3х35	307
КЛ-3	ГПП-ТП-3	100	ПвП-3х35	307
КЛ-4	ГПП-ТП-4	180	ПвП-3х35	307
КЛ-5	ГПП-ТП-5	10	ПвП-3х35	307

Подсчитаем суммарные затраты на приобретение каждой из разработок. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 7- Результаты расчетов

№ варианта	1	2	3
Стоимость, у.е.	57600	67200	98240

Оценочная карта представлена в таблице 6. Она помогает провести анализ трех марок кабелей. Для этого используем три различных варианта конкурентных разработок, приведенных выше.

В таблице имеются две ключевые позиции: вес критерия и бал. Величина веса критерия определяется важностью того или иного фактора и в сумме должен составлять единицу. В отрасли электроэнергетики самыми важными критериями являются надежность оборудования и его цена.

Баллы определяются по пятибалльной системе в зависимости от технических и экономических характеристик разработок.

Где, по таблице:  $B_1$  - бал критерия кабеля марки ААШв,  $B_2$  - бал критерия кабеля марки АПвП,  $B_3$  - бал критерия кабеля марки ПвП.

$K_1, K_2, K_3$  – конкурентоспособность марки кабелей ААШв, АПвП и ПвП соответственно.

Кратко опишем рассматриваемые марки кабелей.

Кабель ААШв – кабель с алюминиевыми жилами и бумажной пропитанной изоляцией. Кабель ААШв применяется для стационарной прокладки в сетях с изолированной нейтралью, рассчитанных на напряжение до

35 кВ частотой 50 Гц. Кабель можно прокладывать в земляных траншеях, кабельных эстакадах, шахтах и на открытом воздухе, а также в сырых, частично затапливаемых помещениях.

Кабель АПВП - кабель с алюминиевыми жилами и поливинилхлоридной изоляцией. Предназначен для прокладки в открытом грунте (в траншеях) вне зависимости от уровня коррозионной активности воды и самих грунтов. Кроме того, его можно прокладывать и на открытом воздухе, в незащищенном от ультрафиолетового излучения и прямых солнечных лучей состоянии.

Кабель ПВП - кабель с медными жилами и поливинилхлоридной изоляцией. Материал жил пожаро- и взрывобезопасен, но гораздо дороже алюминия.

Таблица 8 - Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>1</sub>	Б <sub>2</sub>	Б <sub>3</sub>	К <sub>1</sub>	К <sub>2</sub>	К <sub>3</sub>
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Надежность	0,17	3	4	4	0,51	0,68	0,68
2. Удобство в эксплуатации	0,05	2	3	3	0,10	0,15	0,15
3. Безопасность в эксплуатации	0,13	3	3	4	0,39	0,39	0,52
4. Удобство монтажа	0,05	2	3	3	0,10	0,15	0,15
5. Потери электроэнергии	0,10	4	3	4	0,40	0,30	0,40
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Цена	0,25	4	3	1	1,00	0,75	0,25
2. Предполагаемый срок эксплуатации	0,15	3	4	4	0,45	0,60	0,60
3. Затраты на монтаж	0,05	4	4	4	0,20	0,20	0,20
4. Затраты на обслуживание	0,05	2	3	3	0,10	0,15	0,15
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>27</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>3,25</b>	<b>3,37</b>	<b>3,1</b>

Конкурентоспособность научной разработки определяется по формуле:

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

где  $V_i$  – вес критерия (в долях единицы);  $B_i$  – балл критерия.

Расчет конкурентоспособности кабеля ААШв:

$$K_1 = \sum V_i \cdot B_1 = 0,17 \cdot 3 + 0,05 \cdot 2 + 0,13 \cdot 3 + 0,05 \cdot 2 + 0,10 \cdot 4 + 0,25 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 2 = 3,25$$

Расчет конкурентоспособности кабеля АПвП:

$$K_2 = \sum V_i \cdot B_2 = 0,17 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,13 \cdot 3 + 0,05 \cdot 3 + 0,10 \cdot 3 + 0,25 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 = 3,37$$

Расчет конкурентоспособности кабеля ПвП:

$$K_3 = \sum V_i \cdot B_3 = 0,17 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,13 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 + 0,10 \cdot 4 + 0,25 \cdot 1 + 0,15 \cdot 4 + 0,05 \cdot 4 + 0,05 \cdot 3 = 3,10$$

По полученным результатам (таблица 6), можно сделать вывод, что у кабеля АПвП конкурентоспособность относительно других вариантов выше.

Но данная разработка имеет слабые стороны относительно других конкурентных решений, такие как: суммарная стоимость, безопасность в эксплуатации и потери энергии.

#### 4.1.3 Технология QuaD

Данный метод позволяет выявить положительные и отрицательные аспекты технического решения, перспективы его развития, что позволяет сделать правильный выбор при инвестировании денежных средств в строительство.

Будем рассматривать наиболее конкурентоспособную разработку, определенную в предыдущем пункте и определим средневзвешенное значение перспективности данного решения.

Баллы проставляются по 100-балльной шкале на основе тех же соображений, что и в предыдущем пункте.

В таблице 9 представлена оценочная карта для QuaD.

Таблица 9- Оценочная карта для QuaD

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Долговечность	0,20	85	100	0,85	0,17
2. Унифицированность	0,05	100	100	1	0,05
3. Материалоемкость	0,05	80	100	0,80	0,04
4. Ремонтпригодность	0,15	85	100	0,85	0,1275
5. Энергоэффективность	0,05	85	100	0,85	0,0425
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1. Финансовая эффективность	0,25	75	100	0,75	0,1875
2. Конкурентоспособность	0,05	75	100	0,75	0,0375
3. Послепродажное обслуживание	0,15	60	100	0,60	0,09
4. Перспективность разработки	0,05	70	100	0,70	0,035
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0,78</b>

Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности технического решения определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 0,78 \cdot 100\% = 78\%,$$

где  $V_i$  – вес критерия;  $B_i$  – средневзвешенное значение критерия.

Т.к.  $P_{cp}=78\%$  лежит в диапазоне от 79 до 60 – то перспективность рассматриваемого варианта выше среднего.

#### 4.1.4 SWOT-анализ

SWOT- анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. Его применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 8.

Таблица 10 – Первый этап SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Экологичность производства.</p> <p>С2. Безопасность во время работы.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие инновационного оборудования</p> <p>Сл2. Относительно небольшие объемы производства.</p> <p>Сл3. Отсутствие бюджетного финансирования.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Возможность получения дополнительного финансирования.</p> <p>В2. Возможность сотрудничества с зарубежными компаниями.</p> <p>В3. Увеличение объема выпускаемой продукции.</p> <p>В4. Увеличение дополнительного спроса на продукцию.</p>		
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Аварийные ситуации в процессе производства.</p>		



У2. Несвоевременный выход из строя оборудования. У3. Развитая конкуренция технологий производства. У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.		
---	--	--

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Интерактивные матрицы представлены в таблицах 11, 12, 13 и 14.

Таблица 11 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	0	0	+
	В2	+	0	+	+
	В3	0	0	+	+
	В4	0	0	+	+

Таблица 12 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	+	+
	В2	-	-	0

	B3	-	-	0
	B4	-	-	0

Таблица 13 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны					
Угрозы		C1	C2	C3	C4
	У1	0	+	0	+
	У2	0	+	0	+
	У3	+	+	+	+
	У4	+	+	0	+

Таблица 14- Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	-	0	0
	У2	0	0	0
	У3	-	-	0
	У4	0	0	0

Таким образом, в рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 15).

Таблица 15 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b> С1. Экологичность производимой технологии.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b> Сл1. Отсутствие инновационного оборудования</p>
--	---	---

	<p>С2. Безопасность во время работы.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Квалифицированный персонал.</p>	<p>Сл2. Относительно небольшие объемы производства.</p> <p>Сл3. Отсутствие бюджетного финансирования.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Возможность получения дополнительного финансирования.</p> <p>В2. Возможность сотрудничества с зарубежными компаниями.</p> <p>В3. Увеличение объема выпускаемой продукции.</p> <p>В4. Увеличение дополнительного спроса на продукцию.</p>	<p>Наибольшей перспективой обладает возможность В2-возможность конкурирования с зарубежными компаниями. Так как производство должно развиваться, выход на международный рынок являлся бы большим толчком к развитию. Кроме этого С4 - квалифицированный персонал, дает шансы на реализацию абсолютно всех возможностей.</p>	<p>При реализации В1-возможность доп. финансирования, наш проект перекрыл бы все слабые стороны, что было бы большим плюсом для проекта. Но все остальные возможности не помогут справиться со слабыми сторонами.</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Аварийные ситуации в процессе производства.</p> <p>У2. Несвоевременный выход из строя оборудования.</p> <p>У3. Развитая конкуренция технологий производства.</p> <p>У4. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>	<p>При развитии абсолютно всех угроз наши сильные стороны позволяют проекту развиваться дальше и предлагать конкурентоспособный продукт. Практически, сильных угроз нет.</p>	<p>Угроза У3- развитая конкуренция технологий производства является самой опасной для развития проекта. Это естественно, ведь при малых объемах производства и недостатке инновационного оборудования сложно конкурировать на равных.</p>

## 4.2 Расчет трудоемкости этапов

Морфологический подход основан на систематическом исследовании всех теоретически возможных вариантов, вытекающих из строения объекта исследования.

В таблице 16 представлена морфологическая матрица для производства кабельной продукции.

Таблица 16– Морфологическая матрица для кабелей

	<b>ААШв</b>	<b>АПвП</b>	<b>ПвП</b>
А. Изоляция	Алюминий	Сшитый полиэтилен	Сшитый полиэтилен
Б. Жилы	Алюминий	Алюминий	Медь
В. Защитный покров	Шланговый	-	Полиэтиленовый
Г. Способ прокладки	Земля, воздух	Земля, воздух	Земля, воздух
Д. Срок службы	30 лет	30 лет	30 лет

В целом данные кабели можно сравнить только по изоляции, оболочке и материалу жил. Технология производства практически ничем не отличается. Ведь от оболочки и изоляции зависит и их применение, и распространение, и срок службы, и другие важные характеристики.

### **4.3 Планирование научно-исследовательских работ**

Данный этап позволяет наглядно понять структуру исследования, распределение ролей между участниками проекта и длительность каждого этапа. Календарный план (график Ганта) показывает конкретное время начала и окончания работ.

Необходимо составить комплекс работ для осуществления НТИ. Для этого нужно определить все необходимые этапы, распределить исполнителей, определить продолжительность каждого этапа и построить график Ганта.

#### **4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования**

В таблице 17 приведен перечень работ и исполнителей в рамках исследования. За исполнителей принимаем научного руководителя проекта и инженера (студента-дипломника).

Таблица 17 - Перечень работ и исполнителей

<b>Основные этапы</b>	<b>№ работы</b>	<b>Содержание работы</b>	<b>Должность исполнителя</b>
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение задания на ВКР	Руководитель
Выполнение ВКР			
Выбор метода расчета и составление плана по расчету	2	Анализ задания и поиск литературы по данной тематике	Инженер
	3	Составление календарного плана работ	Инженер
Расчет	4	Расчет электрических нагрузок предприятия	Инженер
	5	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер
	6	Расчет внутризаводской и внутрицеховой сети	Инженер
Проверка расчетов руководителем	7	Проверка на правильность выполненных расчетов	Руководитель
	8	Исправление выявленных ошибок	Инженер
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Анализ результатов, выводы	Инженер
Оформление отчета	10	Составление пояснительной записки	Инженер

Итак, выполнение НТИ включает в себя 10 основных этапов, наиболее продолжительными из которых станут этапы 4, 5 и 6 – расчет системы электроснабжения завода.

### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Основную часть стоимости разработки образует этап трудоемкости выполнения работ. Он имеет большое значение при оценке материальных затрат на проведение исследования.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости  $t_{ожі}$  рассчитывается по формуле:

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

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{\min}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями рассчитывается по формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;  $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Пример и результаты расчета приведены в таблице 15.

### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

На данном этапе строится диаграммы Ганта, показывающая отрезками продолжительность проведения каждого этапа в календарных днях.

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

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

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

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

Принимаем, что у руководителя шесть рабочих дней в неделю, а у инженера пять. Исходя из этого рассчитываем коэффициент календарности:

$$k_5 = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

$$k_6 = \frac{365}{365 - 67} = 1,22$$

Пример расчета для работы №1.

$$t_{\text{ож}} = \frac{3t_{\text{min}} + 2t_{\text{max}}}{5} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 4}{5} = 2,8 \text{ (чел - дн.)}$$

$$T_p = \frac{t_{\text{ож}}}{\text{Ч}} = \frac{2,8}{1} = 2,8 \text{ (раб дн.)}$$

$$T_k = T_p \cdot k_6 = 2,8 \cdot 1,22 = 3,416 \approx 4 \text{ (кал дн.)}$$

Таблица 18- Временные показатели проведения научного исследования

№ работ	Исполнитель	Продолжительность работ				
		$t_{\text{min}}$ , чел-дн.	$t_{\text{max}}$ , чел-дн.	$t_{\text{ож}}$ , чел-дн.	$T_p$ , раб. дн	$T_k$ , кал. дн
1	Руководитель	2	4	2,8	2,8	4
2	Инженер	3	6	4,2	4,2	7
3	Инженер	1	2	1,4	1,4	2
4	Инженер	7	14	9,8	9,8	15
5	Инженер	7	14	9,8	9,8	15
6	Инженер	15	30	21	21	31

7	Руководитель	3	6	4,2	4,2	6
8	Инженер	3	6	4,2	4,2	7
9	Инженер	1	2	1,4	1,4	2
10	Инженер	6	9	7,2	7,2	11
Итого						100

Построим график Ганта с учетом длительности каждого из этапов.  
Полученные результаты приведены в таблице 19.



Таблица 19 – Календарный план график

Этап	Вид работы	Исполнитель	t <sub>к</sub>	Феврал	Март	Апрель	Май
1	Составление и утверждение задания на ВКР	Руководитель	4	■			
2	Изучение задания и поиск литературы по теме	Инженер	7	■			
3	Составление календарного плана работ	Инженер	2	■			
4	Расчет электрических нагрузок предприятия	Инженер	15		■		
5	Выбор высоковольтного оборудования	Инженер	15		■		
6	Расчет внутризаводской и внутрицеховой сети	Инженер	31			■	
7	Проверка на правильность выполненных расчетов	Руководитель	6				■
8	Исправление выявленных ошибок	Инженер	7				■
9	Анализ результатов, выводы	Инженер	2				■
10	Составление пояснительной записки	Инженер	11				■

Итак, полученный график позволяет наглядно определить длительность каждого этапа исследования, его исполнителей. Если придерживаться данного графика, то, работа будет выполнена точно в срок.

#### 4.3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Для формирования бюджета НТИ необходимо рассчитать следующие статьи затрат:

- материальные затраты НТИ;
- амортизация оборудования;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

##### Расчет материальных затрат НТИ

В данном разделе рассчитываются материальные затраты на покупные материалы для проведения НТИ. В таблице 20 представлен расчет материальных затрат проекта.

Таблица 20- Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед.руб.	Затраты на материалы (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	лист	200	1	200
Картридж	шт	1	500	500
Ручка	шт	3	40	120
Карандаш	шт	3	15	45
Линейка	шт	1	30	30
Тетрадь	шт	2	50	100
Папка-скоросшиватель	шт	1	15	15
Итого:				1010

Таким образом, для проведения НТИ необходимы канцелярские принадлежности, следовательно материальные затраты пойдут на эти нужды. Общая стоимость канцелярских товаров составляет 1010 руб.

##### Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данном пункте необходимо учесть стоимость на приобретение специального оборудования для выполнения научно-технического исследования.

Далее рассчитываются амортизационные отчисления. Стоимость специального оборудования приведена в таблице 19.

Таблица 21 – Стоимость специального оборудования

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы (З <sub>м</sub> ), руб.
Ноутбук	Шт	1	45000	45000
Итого:				45000

К специальному оборудованию относится ноутбук. Следовательно, для него рассчитываем амортизационные отчисления.

К данной статье расходов отнесем износ дорогостоящего оборудования.

Найдем коэффициент амортизационных отчислений:

$$H_A = \frac{1}{n} \cdot 100\% = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% ,$$

где n=3 года – срок амортизации.

Величина амортизации:

$$A = \frac{45000 \cdot H_A}{100\%} \cdot \frac{T_{\text{дн}}}{365} = \frac{45000 \cdot 33,3}{100\%} \cdot \frac{59}{365} = 2422 \text{ (руб)},$$

где T<sub>дн</sub> – количество рабочих дней инженера при выполнении НИИ.

Итак, величина амортизации для ноутбука составила 2422 рубля.

#### 4.3.5 Основная заработная плата исполнителей темы

Данный пункт расходов включает в себя основную заработную плату участников проекта, которая зависит от системы окладов предприятия и длительности выполняемой работы.

Зарботная плата участников определяется по формуле:

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

где, Z<sub>осн</sub> – основная заработная плата; Z<sub>доп</sub> – дополнительная заработная плата.

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}}$$

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

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}}}{T_p}$$

где  $Z_{\text{м}}$  – заработная плата за месяц работника, руб.;  $T_p$  – количество рабочих дней в месяце, дн.

Для 5-дневной рабочей недели  $T_p=22$  дн., 6-дневной рабочей недели  $T_p=26$  дн.

Зарботная плата работника за месяц:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 30% от  $Z_{\text{тс}}$ ;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, 20 % от  $Z_{\text{тс}}$ ;  $k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Рассчитаем заработную плату работника ТПУ (на основании приказа ректора НИ ТПУ от 25.05.2016 г.):

Зарботная плата руководителя:

$$Z_{\text{м рук}} = 28600 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 55770 \text{ (руб)}$$

Зарботная плата инженера:

$$Z_{\text{м инж}} = 21000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 40950 \text{ (руб)}$$

Рассчитываем дневную заработную плату:

$$Z_{\text{дн рук}} = \frac{Z_{\text{м рук}}}{T_p} = \frac{55770}{26} = 2145 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{дн инж}} = \frac{Z_{\text{м инж}}}{T_p} = \frac{33150}{22} = 1861 \text{ (руб)}$$

Зарботная плата участников проекта за период проведения НИИ:

$$Z_{\text{рук}} = Z_{\text{дн рук}} \cdot t_{\text{рук}} = 2145 \cdot 7 = 15015 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{инж}} = Z_{\text{дн инж}} \cdot t_{\text{инж}} = 1861 \cdot 59 = 109799 \text{ (руб)}$$

#### 4.3.6 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}$$

где  $k_{\text{доп}}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, 15%.

Дополнительная заработная плата участников проекта:

$$Z_{\text{мдоп рук}} = 0,15 \cdot 55770 = 8365,5 \text{ (руб)} ;$$

$$Z_{\text{мдоп инж}} = 0,15 \cdot 40950 = 6142,5 \text{ (руб)} .$$

Дневная дополнительная заработная плата:

$$Z_{\text{дндоп рук}} = \frac{8365,5}{26} = 322 \text{ (руб)} ;$$

$$Z_{\text{дндоп инж}} = \frac{6142,5}{22} = 279 \text{ (руб)} .$$

Дополнительная заработная плата за весь период проекта:

$$Z_{\text{доп рук}} = Z_{\text{дндоп рук}} \cdot t_{\text{рук}} = 322 \cdot 7 = 2254 \text{ (руб)}$$

$$Z_{\text{доп инж}} = Z_{\text{дндоп инж}} \cdot t_{\text{инж}} = 279 \cdot 59 = 16461 \text{ (руб)}$$

Итак, были рассчитаны заработные платы участников проекта. Для руководителя зарплата за месяц составила 64136 рублей, для инженера – 47093 рублей.

#### 4.3.7 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Здесь 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 так:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

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

Исходя из Федерального закона от 24.07.2009 №212-ФЗ, размер страховых взносов составляет 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность, вводится пониженная ставка – 27,1%.

В таблице 22 представлены отчисления во внебюджетные фонды.

Таблица 22 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	15015	2254
Инженер	109799	16461
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
38896 руб.		

Таким образом, сумма обязательных страховых отчислений, для обоих участников составила 38896 рублей.

#### 4.3.8 Накладные расходы

Накладные расходы складываются из прочих затрат организации, которые не учитываются в предыдущих пунктах: затраты на копирование и печать, оплата электроэнергии, мобильной связи и т.д. Их величина:

$$З_{\text{накл}} = (З_{\text{зп рук}} + З_{\text{зп инж}} + З_{\text{внеб}} + З_{\text{м}} + А) \cdot k_{\text{нр}}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент накладных расходов, равный 16%.

$$З_{\text{накл}} = (17269 + 126260 + 38896 + 1010 + 2422) \cdot 0,16 = 29737 \text{ (руб)}$$

Итак, накладные расходы составляют 29737 рубля.

#### **4.3.9 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта**

Сумма затрат, рассчитанных в предыдущих пунктах, является основой для формирования бюджета затрат на реализацию спроектированного технического решения. Именно эта сумма указывается в договоре и является тем минимумом, который должен заказчик заплатить подрядчику.

Рассчитанные затраты на НИИ сведем в таблицу 23.



Таблица 23 - Бюджет затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля в %
Материальные затраты	1010	0,5
Затраты по заработной плате исполнителей темы	143529	66,6
Амортизационные отчисления	2422	1,1
Отчисления во внебюджетные фонды	38896	18,0
Накладные расходы	29737	13,8
Бюджет затрат	215594	100

Итак, был сформирован бюджет затрат НИИ, он составил 215594 рублей.

#### 4.4 Расчёт затрат на проектирование

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

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

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;  $b_i^a$ ,  $b_i^p$  – балльная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки; устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;  $n$  – число параметров сравнения.

Расчет ресурсоэффективности приведен в таблице 24.

Таблица 24 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Кабель ААШв	Кабель АПвП	Кабель ПвП
1. Удобство в эксплуатации	0,10	5	5	5
2. Надежность	0,15	4	5	4
3. Защита от механических повреждений	0,25	4	5	5
4. Защита от атмосферных воздействий	0,30	5	5	4
5. Безопасность	0,20	5	4	5
ИТОГО	1	4,6	4,8	4,55

Сравнив значения интегральных показателей ресурсоэффективности можно сделать вывод, что реализация технологии кабеля АПвП является более эффективным вариантом для проектирования с позиции ресурсосбережения. Следовательно, предпочтительным для использования является второй вариант марки кабеля (АПвП).

**Вывод:** В ходе выполнения данного раздела, спроектированная система электроснабжения завода была оценена с позиции ресурсоэффективности. Для анализа конкурентоспособности внутризаводской сети были выбраны три различных вида кабеля ААШв, АПвП и ПвП. Анализ конкурентных технических решений показал, что наиболее выгодным для использования в проекте является кабель марки АПвП с алюминиевыми жилами и ПВХ изоляцией.

На втором этапе происходило планирование проекта, продолжительность и трудоемкость работ, выполняемых участниками НТИ – руководителем и инженером. Для наглядности был составлен календарный план проведения исследования.

На третьем этапе подсчитывались затраты на проведение НТИ. Они включают в себя несколько статей расходов: затраты на материалы, заработную плату участникам проекта, затраты на специальное оборудование и его

амортизацию, накладные расходы, отчисления во внебюджетные фонды. Бюджет исследования составил 215594 рублей.

На основе проведенных анализов, можно говорить о конкурентоспособности спроектированной системы, т.к. проект предполагает использование нового, более совершенного по техническим и экономическим характеристикам оборудования.