

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

Школа ИШНКБ
Направление подготовки Приборостроение
Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЛАБОРАТОРИИ

УДК_ 681.581.52:536.5:681.54

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1531	Джамалова Шагана Сардар гызы		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вавилова Г. В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В.В	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мойзес Б.Б.	К.Т.Н.		

Томск – 2018 г.

ЗАПЛАНИРОВАННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
P1	Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P2	Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P3	Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P5	Собирать, хранить и обрабатывать	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
	информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
P8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества и диагностики	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI</p> <p><u>Требования профессиональных стандартов</u></p> <p>19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>

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

Школа ИШНКБ
Направление подготовки Приборостроение
Отделение школы (НОЦ) Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
_____ Мойзес Б.Б.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы
В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-1531	Джамалова Шагана Сардар гызы

Тема работы:

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЛАБОРАТОРИИ

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Подбор методов контроля температуры и влажности в лаборатории, где проводятся испытания различного оборудования, разработка структурной схемы этой системы
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ol style="list-style-type: none">1. Анализ требований по климатическим условиям предъявляемых к лабораториям,2. Анализ средств контроля климатических условий и методик,3. Выбор оптимального метода на основе заданных параметров.4. Разработка структурной схемы.
Перечень графического материала	Структурная схема

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицын В.В
Социальная ответственность	Анищенко Ю.В.
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	Вавилова Г. В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1531	Джамалова Шагана Сардар гызы		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 60 с., 11 рис., 15 табл., 10 источников, 1 приложение .

Ключевые слова: метод, климатические условия, температура, влажность, система контроля.

Объектом исследования является система контроля климатических условий

Цель работы: изучение методов контроля температуры и влажности в лабораториях, где проводятся испытания различного оборудования, выбор наиболее подходящего метода и разработка структурной схемы этой системы.

В процессе исследования проводился анализ методов контроля температуры и влажности, выбран наиболее подходящий метод для контроля климатических условий, и разработана структурная схема этой системы .

В настоящее время контроль климатических условий является неотъемлемой частью процесса работы в лабораториях. Для каждой процедуры, производимой в лаборатории существует ряд ГОСТов, методик, ТУ и др. в которых четко указываются необходимые требования по влажности, температуре, давлению и др. Лаборатория является местом, где проводятся различные исследования и испытания. В таких местах очень важно обеспечить правильный микроклимат. Причиной этого становится как длительное нахождение сотрудников на рабочих местах, так и необходимость создания определенных условий, необходимых для чистоты экспериментов.

**В НАСТОЯЩЕЙ РАБОТЕ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ССЫЛКИ НА
СЛЕДУЮЩИЕ СТАНДАРТЫ:**

ГОСТ 3044-45 Термопары. Градуированные таблицы термопар при температуре свободного конца 0 град. Цельсия

ГОСТ 6071-51 Термопары (НК-СА) без поправки на температуру свободных концов. Градуировка

ГОСТ Р 51000.3-96 Общие требования к испытательным лабораториям

ОГЛАВЛЕНИЕ

Запланированные результаты обучения

Задание на выполнение ВКР

Реферат

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты

Введение	10
Глава 1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЛАБОРАТОРИЯМ.....	11
1.1. Климатический контроль в лаборатории.....	11
1.2. Методы контроля температуры в лаборатории.....	12
1.3. Методы контроля влажности в лаборатории.....	25
ГЛАВА 2. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ.....	27
2.1. Система контроля температуры и влажности в лаборатории.....	27
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	33
3.1. Анализ конкурентных технических решений.....	33
3.2. Планирование научно- исследовательских работ.....	35
3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	35
3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ.....	37
3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования...41	
3.2.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы...45	
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	49
4.1. Производственная безопасность.....	49
4.1.1. Вредные производственные факторы.....	50
4.1.2. Опасные производственные факторы.....	52
4.2. Экологическая безопасность.....	54
4.3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	54
4.4. Правовые и организационные вопросы безопасности.....	55
4.5. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны...56	
Заключение.....	58
Список использованных источников.....	59
Приложения А.....	60

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время контроль климатических условий является неотъемлемой частью процесса работы в лабораториях.

Для каждой процедуры, производимой в лаборатории существует ряд ГОСТов, методик, ТУ и др. в которых четко указываются необходимые требования по влажности, температуре, давлению и др. Невзирая на то, что зачастую отклонение от требуемых параметров наносит незначительный вред или во все отсутствует, данные требования выполняются беспрекословно.

Целью выпускной квалификационной работы является изучение методов контроля температуры и влажности в лабораториях, где проводятся испытания различного оборудования, выбор самого лучшего метода и разработка структурной схемы этой системы.

Для реализации данной темы поставлены следующие задачи:

- анализ требований по климатическим условиям предъявляемых к лабораториям,
- анализ средств контроля климатических условий и методик,
- выбор оптимального метода
- разработка структурной схемы.

Глава 1. КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЛАБОРАТОРИЯМ

1.1 Климатический контроль в лаборатории [8]

Главной особенностью работы в лаборатории являются особенные климатические условия. Они являются основной точкой начала любого опыта и эксперимента. Микроклимат в лаборатории, где проводятся испытания различного оборудования, должны соответствовать следующим параметрам:

- температуре от 20 С° до 25 С°;
- влажности от 50% до 60%.

При проведении любого опыта должны быть учтены как базовые показатели, как температура или влажность, так и дополнительные по требованию, такие давление, освещенность и другие.

Столь важное внимание уделяется к нормированию условий по многим причинам, главной из которых является чистота эксперимента.

Несмотря на самую исполнительную внимательную работу, каким бы осторожным не был лаборант, даже одно его нахождение в помещении уже приносит изменение в показатели, например повышается температура от его тепла тела и дыхания. Если лаборант работает с водой, то в любом случае будет изменяться влажность.

В быту мы не уделяем внимания и не замечаем как многое вокруг нас реагирует на изменение климатических условий. Например при изменении температуры и влажности изменяется температуры воды в чайнике, даже если он не включен, с изменением температуры меняется ее плотность, а соответственно и вес. В таком случае, если наливать воду по одной и той же линии, то при разных климатических условиях у нее будет разный вес.

Этот пример был о несущественном влиянии климатических условий на деятельность лаборанта. Мы даем критерий несущественности, потому что изменения будут настолько минимальны, что в данном случае не нанесут вреда эксперименту.

Но если рассматривать примеры с другими материалами при работе в лаборатории, можно отметить, как опасно не соблюдать нормированные климатические условия. Например, если в работе используют ткани или любой другой материал, который сильно реагирует на изменение температуры и влажности, то можно отметить, что при нарушении условий эксперимент может не состояться или содержать большой процент ошибки.

Помещения и все используемые средства измерения должны соответствовать методикам, находиться в рабочем состоянии.

Контролем за температурой и влажностью занимается специально назначенный человек. Эта функция прописана у него в должностных инструкциях.

Запись производится в специальном журнале контроля, где идет запись и дате контроля, показателях температуры, влажности, времени и подписи ответственного, форма журнала приведена на рисунке 1.

Дата	Время, чч.мм.сс	Температура, °С	Влажность, %	Ф. И. О	Подпись
1	2	3	4	5	6

Рис. 1. Форма журнала контроля температуры и влажности

Каждая страница должна быть пронумерована и лучше если данный журнал ведется в тетради, если контроль производится на отдельных листах, то они должны быть прошиты по всем правилам ведения документооборота, то есть с печатью организации, подписью директора, указанием листов.

1.2 Методы контроля температуры в лаборатории [9]

В высокочастотной технике чаще применяются электрические методы измерения температуры, хотя в некоторых случаях может оказаться целесообразным применение неэлектрических методов, и поэтому они заслуживают упоминания.

Вся область измерения температуры условно делится на две части — термометрию, включающую определение температуры до 500—600 °С приборами (термометрами), и пирометрию, охватывающую измерение более высоких температур приборами, называемыми пирометрами.

Все приборы, используемые для измерения температуры можно разделить на две категории:

- термометры,
- пирометры.

Последние служат для измерения высоких температур.

Если производить разделение по максимальному пределу измерения температуры получится 5 групп. Рис. 2

Группа приборов	Верхний предел измерения
Термометры расширения	550 С
Манометрические термометры	550 С
Электрические термометры	500 С
Термоэлектрические пирометры	1600 С
Пирометры излучения	2000 С

Рис. 2. Группа приборов

Термометры расширения. Примером термометров расширения могут служить жидкостно-стеклянные термометры, широко применяемые для измерения температур в пределах от -80 до -500 °С — в случае изготовления из специального термометрического стекла и до $+700$ °С — при изготовлении из плавленого кварца.

Принцип действия жидкостно-стеклянных термометров основан на тепловом расширении жидкости, называемой обычно рабочим веществом термометра. В качестве рабочего вещества применяют ртуть, толуол, этиловый спирт, петролейный эфир, пентан и др.

Преимущества: У термометров ртутных повышенная точность и они менее инерционны.

Ртутные термометры обладают рядом преимуществ перед термометрами с другими жидкостями. Так, ртуть не смачивает стекла, что увеличивает точность отсчета показаний, имеет меньшую теплоемкость по сравнению с органическими жидкостями примерно в 12 раз, благодаря чему ртутные термометры менее инерционны.

Для целей технологической сигнализации и для применения в простейших схемах регулирования температуры изготавливаются контактные ртутные термометры.

Различают термометры одноконтактные и двухконтактные. Первые обеспечивают замыкание электрического . контакта на фиксированной отметке шкалы, вторые — на любой отметке.

В цепи контактных термометров при 3—4 включениях в минуту допускается максимальный переменный ток, равный 1 а при напряжении 6 в.

К недостаткам жидкостно-стеклянных термометров следует отнести их хрупкость, невозможность дистанционной передачи показаний, большую термическую инерцию и затруднительность отсчета показаний из-за нечеткости шкалы и плохой видимости столбика жидкости в капилляре.

К термометрам расширения относятся также дилатометрические и биметаллические термометры.

Принцип действия дилатометрических и биметаллических термометров основан на изменении линейных размеров твердых тел в зависимости от изменения их температуры.

Термометры, основанные на расширении твердых тел, для измерительных целей используются сравнительно редко. Шире применяются температурные реле, основанные на этом принципе, имеющие своим назначением электрическую сигнализацию предельных температур, а также работу в схемах автоматических регуляторов температуры. Биметаллические термометры используются, кроме того, как компенсаторы влияния температуры в некоторых измерительных приборах.

Манометрические термометры. Манометрические термометры являются техническими приборами для измерения температуры в пределах от -50 до $+550$ °С в различных областях техники. Они имеют основную погрешность измерения, не превышающую $+1,5\%$.

Устройство манометрического термометра показано на рис. 3. Прибор состоит из термобаллона, погружаемого в среду с измеряемой температурой, капилляра и показывающего прибора, устройство которого не отличается от устройства обычного манометра. Герметически закрытая система, состоящая из термобаллона, капилляра и трубчатой пружины манометра, заполнена рабочим веществом, например, азотом. При нагревании термобаллона давление азота внутри системы увеличивается и трубчатая пружина несколько выпрямляется. Движение конца пружины вызывает поворот стрелки, указывающей на шкале прибора измеряемую температуру.

Манометрические термометры выполняются показывающими и самопишущими. Производятся также контактные манометрические термометры для целей электрической сигнализации предельных температур.

Преимуществами манометрических термометров по сравнению с жидкостно-стеклянными являются возможность автоматической записи показаний, возможность установки вторичного прибора на некотором расстоянии от места измерения благодаря наличию длинного (до 60 м) гибкого капилляра, соединяющего его с первичным прибором (термобаллоном), а также большая механическая прочность.

Общим недостатком этих приборов является большая термическая инерция и трудности ремонта при нарушении герметичности системы.

Термометры сопротивления. Термометры сопротивления представляют собой устройство, состоящее из тепловоспринимающей части, электроизмерительного прибора и источника тока.

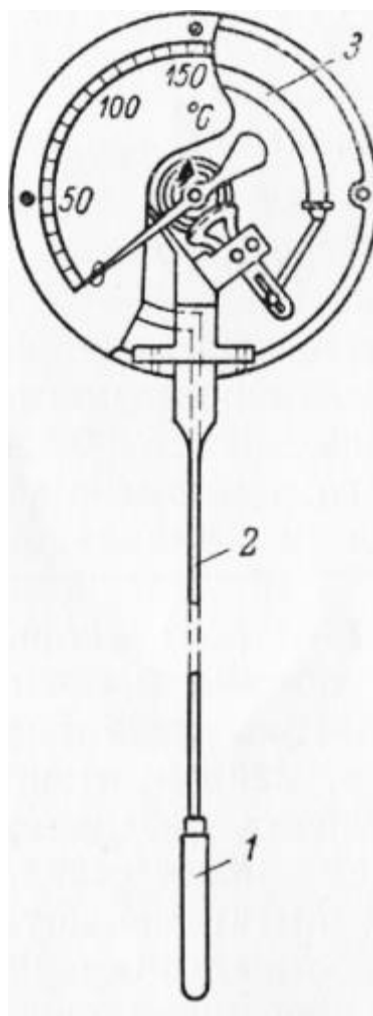


Рис. 3. Манометрический термометр: 1 — термобаллон; 2 — капилляр; 3 — трубчатая пружина

Действие этого устройства основано на свойстве металлов увеличивать свое электрическое сопротивление при повышении температуры, вследствие чего изменяется ток в цепи, составленной из тепловоспринимающей части, источника тока и измерительного прибора. Тепловоспринимающая часть, или чувствительный элемент, термометра сопротивления представляет собой тонкую проволоку, намотанную на каркас из изоляционного материала. Длина чувствительного элемента термометра сопротивления составляет несколько сантиметров, и поэтому он измеряет температуру не в отдельной точке, а некоторую среднюю температуру тех слоев среды, которые находятся в области его расположения.

Электроизмерительными приборами, работающими в комплекте термометра сопротивления могут служить:

- а) уравновешенный измерительный мост (простой или автоматический);
- б) неуравновешенный измерительный мост;
- в) логометр.

К металлам, применяемым для изготовления чувствительных элементов термометров сопротивления, предъявляются следующие

требования:

- 1) большой температурный коэффициент сопротивления;
- 2) большое удельное сопротивление;
- 3) постоянство химических и физических свойств;
- 4) легкость получения одинаковых свойств.

Этим требованиям удовлетворяют чистые металлы: платина, медь, никель и железо.

Технические термометры сопротивления изготавливаются преимущественно из платины, меди и в очень ограниченном количестве из никеля (условные обозначения ЭТП, ЭТМ и ЭТН). В СССР серийно выпускаются термометры сопротивления с чувствительными элементами из платины и меди.

Платиновые термометры предназначаются для измерения температур в интервале от -200 до $+500$ °С. Медные термометры сопротивления применяются для длительного измерения температур в интервале от -50 до $-4-100$ °С. При более высоких температурах (до 150 °С) медные термометры могут быть использованы только для кратковременных измерений.

Термометры каждого типа—ЭТП, ЭТМ и ЭТН — по ГОСТ 6651-53 могут изготавливаться различных разновидностей.

По условиям эксплуатации различают термометры стационарные и переносные; по числу чувствительных элементов — термометры с одним выводом и с несколькими; по числу выводных проводников от каждого чувствительного элемента — термометры с двумя, тремя и четырьмя проводниками; по степени инерционности различают термометры большой инерционности БИ, обыкновенной инерционности ОИ и малой инерционности МИ.

К достоинствам термометров сопротивления относятся:

- 1) высокая степень точности измерения температуры;
- 2) возможность градуировки шкалы прибора на любой температурный интервал в пределах допустимых температур;
- 3) возможность дистанционной передачи показаний и централизации контроля температуры путем присоединения нескольких термометров сопротивления через переключатель к одному измерительному прибору;
- 4) возможность автоматической записи измеряемой температуры.

Наиболее широко в комплекте с техническими термометрами сопротивления применяются магнитоэлектрические логометры, у которых отсчитывают температуру непосредственно по шкале и показания которых в известных пределах не зависят от колебаний напряжения источников тока.

В настоящее время в СССР распространены следующие приборы: ЛПБ—логометр профильный большой; ЛМПУ— логометр

магнитоэлектрический профильный утопленного монтажа; СЛМ — самопишущий логометр на 1, 3 или 6 точек измерения и записи.

Термоэлектрические пирометры. Термоэлектрический пирометр состоит из теплочувствительного элемента — термопары — и измерителя т. э. д. с. (термоэлектродвижущей силы).

Измерение температуры при помощи термопары основано на явлении, состоящем в том, что нагревание места спая проволок из разных металлов вызывает появление т. э. д. с., которая (при постоянной температуре холодных концов, называемых также, иногда свободными концами термопары) зависит только от температуры горячего спая (называемого иногда также рабочим спаем или рабочим концом термопары) и материала взятых проволок. Геометрические размеры и форма проволок на величину т. э. д. с. совершенно не влияют.

Зависимость т. э. д. с. термопары от температуры горячего спая определяется экспериментально путем градуировки при температуре свободных концов, равной $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, и дается в виде таблицы или графика.

Для измерения т. э. д. с. к свободным концам термопары или в разрыв одного из электродов присоединяется магнитоэлектрический милливольтметр.

Включая прибор, мы тем самым вводим в цепь термопары третий проводник С, отличающийся по своей природе от проводников А и В.

Можно показать, что термоэлектродвижущая сила термопары не изменится от введения в ее цепь нового проводника, если только температуры концов этого проводника одинаковы. При таком условии схемы включения измерительного прибора а и б равноценны и отличаются только тем, что, кроме горячего спая, в одном случае имеются два холодных спая, а во втором — один холодный и два нейтральных.

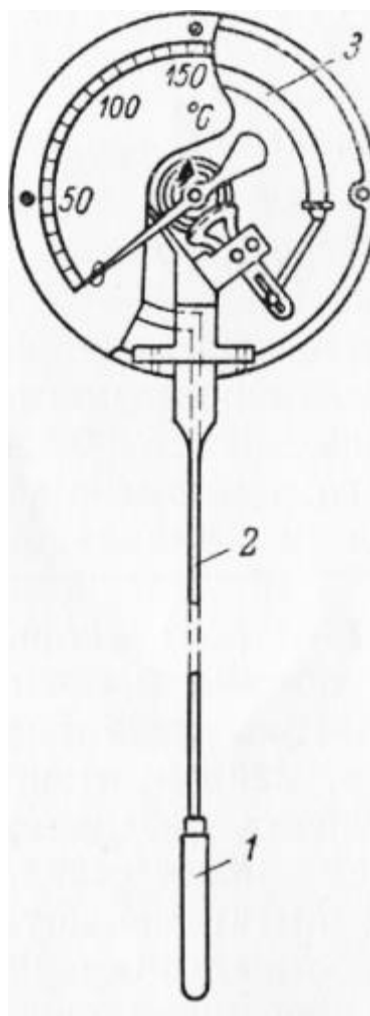


Рис. 4. Включение прибора в термоэлектрическую цепь: а — в холодный спай; б — в электрод

Нарушение условия одинаковости температур нейтральных спаев вызывает появление паразитной т. э. д. е., которая будет тем больше, чем больше эта разность температур.

В качестве термоэлектродов, т. е. проводников, из которых составляется термопара, применяются металлы и сплавы, развивающие сравнительно большие т. э. д. с. Это дает возможность применять менее чувствительные, а следовательно, более надежные в эксплуатации приборы, служащие для измерения т. э. д. с.

Оценку величины т. э. д. с. различных термопар можно произвести, пользуясь термоэлектрическим рядом табл. 3, в которой приведены значения т. э. д. с. металлов и сплавов в паре с платиной при температуре горячего спая $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ и холодного спая $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Т. э. д. с. любой пары из этого ряда получается алгебраическим вычитанием т. э. д. с. одного электрода из т. э. д. с. другого.

Важнейшим требованием, предъявляемым к термопаре, является постоянство ее термоэлектрической характеристики. В настоящее время для

четырёх различных типов термопар установлены стандартные градуировочные характеристики (ГОСТ 3044-45 и ГОСТ 6071-51).

По конструктивному выполнению термопары весьма разнообразны. В зависимости от назначения они выполняются с различной защитной арматурой, не меняющей градуировки термопары, но увеличивающей ее термическую инерцию.

В качестве вторичного измерительного прибора в комплекте с термопарой могут применяться показывающие, самопишущие или контактные милливольтметры или автоматические потенциометры. Для записи быстротекущих процессов нагрева может быть применен магнитоэлектрический осциллограф с чувствительным шлейфом.

Пирометры, основанные на использовании методов измерения температур тел по их излучению. Измерение температур тел по интенсивности их излучения осуществляется бесконтактным способом, не искажающим температурного поля объекта измерения, чем этот метод существенно отличается от методов, основанных на применении термоприемников, которые должны находиться в непосредственном контакте с телом, температуру которого измеряют.

Методы измерения температуры тел по интенсивности излучения основываются на следующих физических предпосылках: 1) с изменением температуры тела изменяется интенсивность излучения; 2) с изменением температуры тела интенсивность излучения меняется не только количественно, но и качественно, иначе говоря, изменяется состав лучистого потока, т. е. количественное соотношение лучей различных длин волн.

В соответствии с этими положениями различают три метода измерений:

- 1) радиационный, основанный на измерении суммарной мощности излучения нагретого тела;
- 2) оптический (монохроматический, яркостной), основанный на измерении мощности излучения для заданной длины волны;
- 3) цветовой, основанный на измерении отношения мощностей излучения для двух заданных длин волн и

На рис. 5 приведены кривые интенсивности излучения для абсолютно черного тела, которые показывают, что:

- 1) суммарная или интегральная мощность излучения (площадь, ограниченная кривой для соответствующей температуры и осью абсцисс) быстро растет с ростом температуры (закон Стефана — Больцмана);
- 2) максимум интенсивности излучения по мере роста температуры перемещается в область более коротких волн (закон Вина).

Полная, или интегральная, энергия излучения абсолютно черного тела пропорциональна четвертой степени температуры этого тела. Очевидно, измерив полную энергию излучения, мы можем определить температуру тела

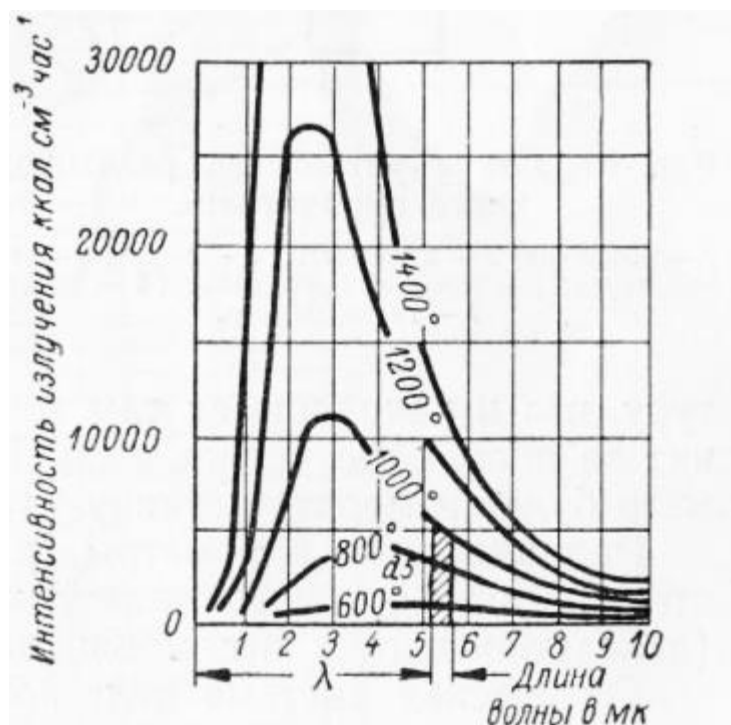


Рис. 5. Зависимость интенсивности лучеиспускания абсолютно черного тела от длины волны и абсолютной температуры

Такой метод измерения температуры носит название радиационного метода, а приборы, основанные на принципе измерения интегральной энергии излучения, называются радиационными пирометрами.

Радиационный пирометр, проградуированный по абсолютно черному телу, при измерении температуры физического тела (не абсолютно черного) будет давать заниженные показания, так как излучательная способность физических тел всегда меньше излучательной способности абсолютно черного тела. Эти показания могут быть исправлены, если известен коэффициент интегральной излучательной способности, представляющий отношение интегральной энергии излучения физического тела к интегральной энергии излучения абсолютно черного тела при одной и той же температуре.

Для физических тел этот коэффициент всегда меньше единицы. Величина его зависит от материала тела, состояния поверхности, температуры и других факторов. Практически физическое тело излучает как абсолютно черное лишь в одном случае, когда оно находится в закрытой печи, внутренняя поверхность которой имеет ту же температуру, что и находящееся там тело. Глазок в печи может быть принят за абсолютно черное тело. В этом случае радиационный пирометр будет измерять истинную температуру.

Радиационные пирометры (рис. 6) различных конструкций состоят из двух основных частей: телескопа и измерительного прибора (показывающего или самопишущего).

Оптическая система телескопа концентрирует энергию излучения нагретого тела на термоприемнике. Термоприемник, помещенный внутри телескопа, обычно представляет собой миниатюрную термобатарейку, т. э. д. с. которой служит мерой температуры нагретого тела.

В комплекте с радиационным пирометром могут применяться различного типа показывающие и самопишущие милливольтметры, а также лабораторные и автоматические потенциометры.

Оптический метод (монохроматический, яркостной) основан на определении интенсивности излучения нагретого тела, соответствующей вполне определенной длине волны. Практически в приборах используется излучение в некотором узком диапазоне длин волн от X до $X \pm \Delta X$. Обычно выбирают $X = 0,65$ мк из тех соображений, что к более длинным волнам человеческий глаз уже не восприимчив, волны же короче 0,65 мк могут быть срезаны при помощи красного светофильтра.

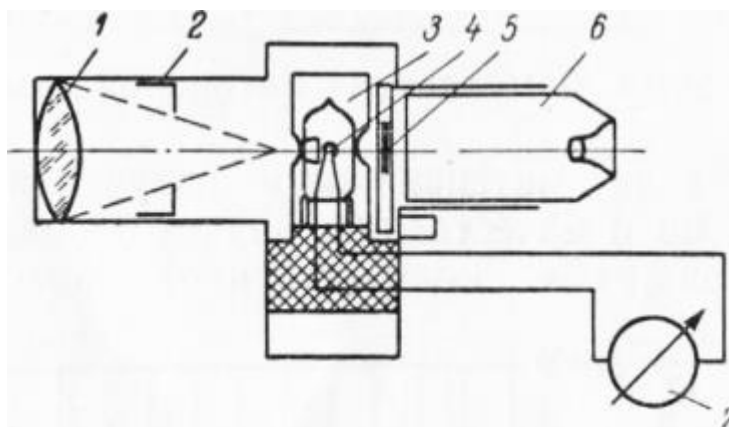


Рис. 6. Схема устройства радиационного пирометра: 1 — объектив; 2 — диафрагму; 3 — экран; 4 — термобатарейка; 5 — красный светофильтр; 6 — окуляр; 7 — гальванометр

Оптический пирометр, проградуированный по абсолютно черному телу, будет показывать при измерении температуры физических тел не действительную, а так называемую яркостную, или черную монохроматическую, температуру, так как коэффициент монохроматической излучательной способности, представляющий отношение интенсивности излучения физического тела и интенсивности излучения абсолютно черного тела в лучах заданной длины волны при одной и той же температуре, всегда меньше единицы.

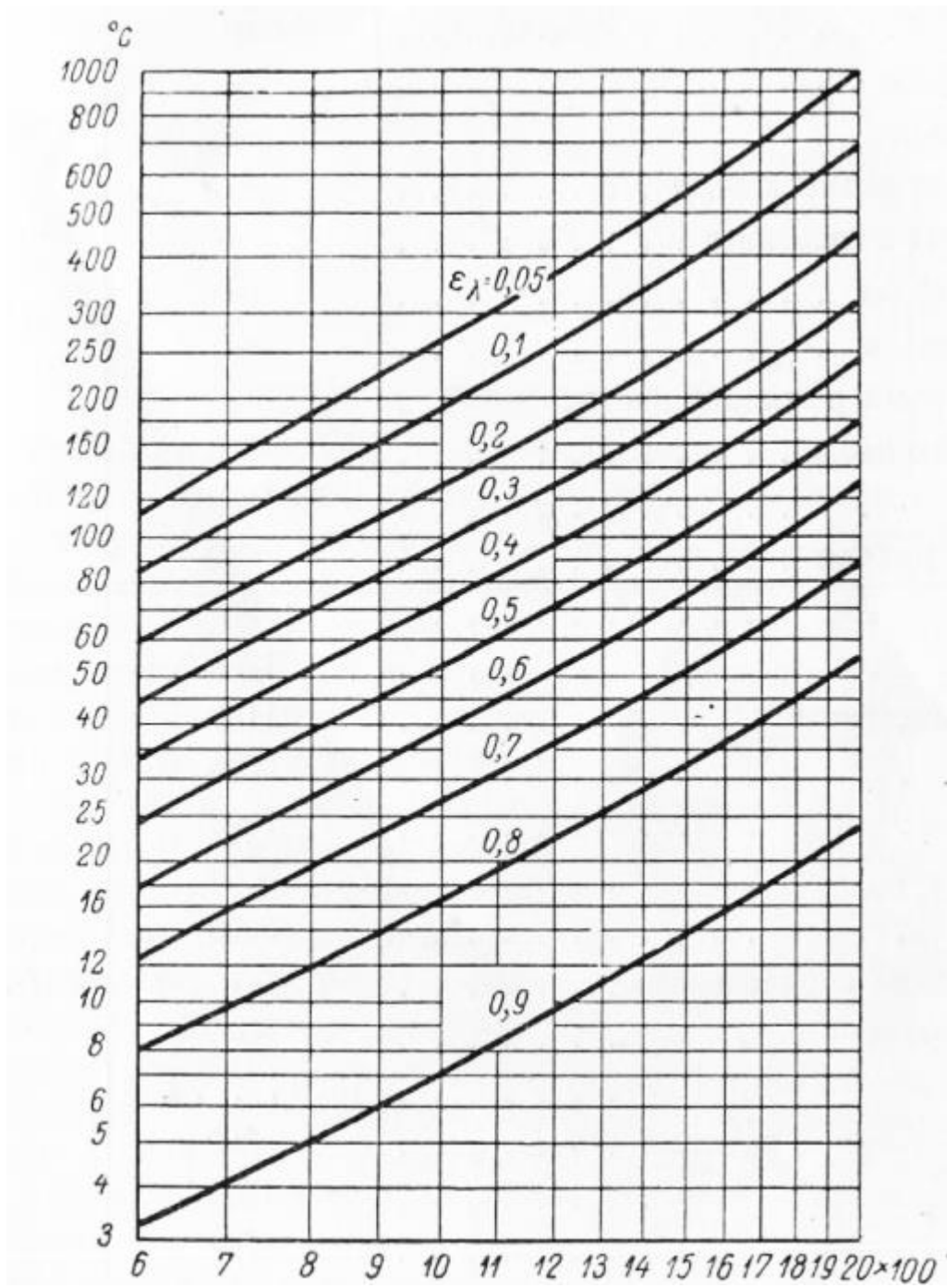


Рис. 7. График поправок к оптическому пирометру

Для многих материалов коэффициенты монохроматической излучательной способности хорошо изучены. Пользуясь данными этой таблицы и кривыми поправок на неполноту излучения (рис. 7), можно определить поправку к яркостной температуре (показание оптического пирометра). Эту поправку следует прибавить к яркостной температуре для того, чтобы получить истинную.

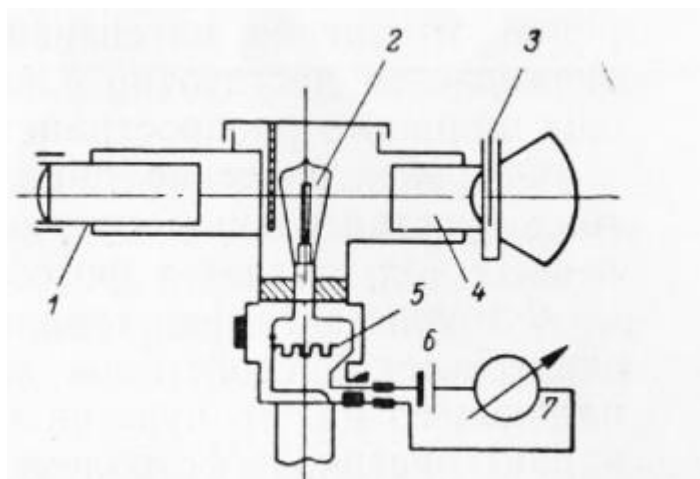


Рис. 8. Схема устройства оптического пирометра: 1 — объектив; 2 — лампа накаливания; 3 — красный светофильтр; 4 — окуляр; 5 — реостат; 6 — аккумулятор; 7 — гальванометр;

Принцип действия прибора. Изображение источника излучения, температуру которого хотят измерить, с помощью объектива получается в плоскости нити пирометрической лампочки. Наблюдатель, глядя в окуляр через красный светофильтр, видит нить лампочки, проектирующейся на фоне изображения источника излучения. Меняя положение движка реостата, можно установить такую силу тока пирометрической лампочки, при которой нить «исчезает» на фоне изображения. Это происходит в тот момент, когда яркость нити лампочки будет равна яркости изображения источника излучения. Соответствующая этому равенству яркостей сила тока отсчитывается по включенному в цепь амперметру, шкала которого обычно градуируется непосредственно в градусах яркостной температуры.

Каждый оптический пирометр имеет специальное устройство для монохроматизации (т. е. выделения одноцветных лучей) пучка лучей, попадающих в глаз наблюдателя. Для этой цели применяются стеклянные светофильтры из специального красного стекла.

Нить пирометрической лампочки стараются не нагревать выше 1500 °С, а измерение более высоких температур осуществляется путем уравнения яркости нити и ослабленной поглощающим фильтром яркости изображения источника излучения.

В соответствии с этим электроизмерительный прибор имеет две градусные шкалы: от 800 до 1400—1500 °С для работы без поглощающего фильтра и до 2000 °С с введенным между лампочкой и объективом поглощающим фильтром.

Оптические пирометры обеспечивают более высокую точность, чем радиационные, но не дают возможности осуществлять непрерывный отсчет температуры или ее автоматическую запись.

Цветовой метод измерения температуры основан на измерении интенсивностей излучения двух выбранных длин волн.

Цветовой метод измерения температуры теоретически является наиболее совершенным. Физические тела, температуру которых приходится измерять, являются чаще всего серыми излучателями, т. е. такими, которые, по сравнению с абсолютно черным телом, излучают слабее во всех частях спектра. Коэффициенты монохроматической излучательной способности этих тел имеют одинаковую величину для лучей любой длины волны. В этом случае отношение интенсивностей излучения не зависит от излучательной способности тела, и цветовой пирометр, проградуированный по абсолютно черному телу, должен показывать действительную температуру серого тела.

Практическое осуществление пирометра, использующего измерение отношения интенсивностей излучения для двух длин волн, оказывается достаточно сложным, поэтому последние не получили еще широкого распространения.

Фотоэлектрические пирометры. В фотоэлектрических пирометрах чувствительным органом, воспринимающим излучение раскаленных тел, является фотоэлемент.

Фотоэлемент представляет собой устройство, меняющее свои электрические свойства в зависимости от количества и качества падающего на его чувствительную поверхность излучения. Важной характеристикой фотоэлементов, применяемых в фотоэлектрических пирометрах, является их спектральная чувствительность, т. е. чувствительность к различным частям спектра излучения.

Фотоэлектрические пирометры можно разделить на три группы. К первой группе следует отнести фотопирометры, в которых используется вся или большая часть спектральной чувствительности фотоэлемента.

Эти фотопирометры реагируют на суммарную энергию излучения нагретого тела. В этом отношении их можно сравнить с радиационными пирометрами. Фотопирометры этой группы, проградуированные по абсолютно черному телу, дают правильные показания лишь при измерении температуры тел, которые могут быть практически приняты за абсолютно черные.

Ко второй группе относятся фотопирометры, в которых так же, как и в оптических пирометрах, используется энергия излучения в узком диапазоне длин волн.

К третьей группе относятся цветные фотопирометры, действие которых основано на измерении отношения интенсивностей излучения двух заданных длин волн.

В литературе описывается много различных схем и конструкций фотопирометров, однако серийно отечественной промышленностью выпускается только один тип ФЭП-3, предназначенный для измерения

температуры прокатываемого металла в прокатных цехах. Прибор дает показания яркостной температуры и выпускается по классу 1.

Для измерения температуры при нагреве деталей или изделий токами высокой частоты может быть использован фотоэлектрический пирометр, разработанный НИИ ТВЧ им. проф. В. П. Вологодина. Головка этого прибора может быть установлена непосредственно на индукторе или отнесена от него на некоторое расстояние. Фотопирометр дает возможность автоматически отключать генератор при нагреве заготовки до заданной температуры.

1.3. Методы контроля влажности в лаборатории

Основные методы определения влажности воздуха

Температура воздуха легко и достаточно точно может быть измерена термометрами или термопарами. Определив влажность воздуха и зная температуру, аналитически или с помощью $d-I$ диаграммы находят все остальные параметры состояния воздуха.

В практике наиболее широко применяются следующие методы определения влажности воздуха: психрометрический, метод точки росы, гигроскопический и массовый, причем первый из них – самый распространенный.

Психрометр состоит из двух соединенных, но термически изолированных датчиков, которые служат для определения влажности. Один датчик помещен в пористом материале (влажной ткани) который сдержан влажным через капилляр соединенный с цистерной с водой.

Вода испаряется из материала со скоростью, пропорциональной влажности воздуха. Испарение воды влажный датчик охлажден. Разница температур между влажной и сухой датчиков используется для расчета влажности.

Следующим рассмотрим метод точки росы. Основанием данного метода служит измерение температуры, проводимое в момент охлаждения, а именно в момент образования конденсата.

Метод точки росы основан на измерении температуры $t_{\text{рос}}$ воздуха, охлаждаемого, например, металлической неокисляемой зеркальной поверхностью (в момент начала выпадения капельной влаги на зеркале фиксируется его температура).

Зная $t_{\text{рос}}$ и температуру t_A воздуха, можно в диаграмме, изображенной на рис.9, поднимаясь из точки B на кривой насыщения по линии $d = \text{const}$ до изотермы t_A , найти точку A их пересечения, а значит, влажность φ_A и другие параметры состояния воздуха.

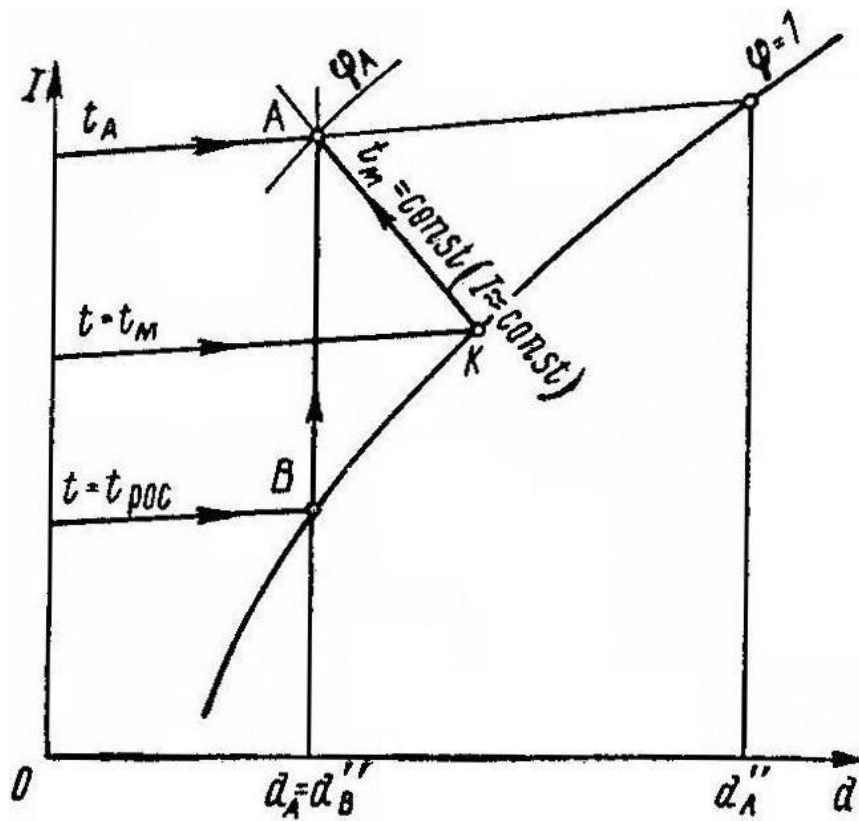


Рис. 9. Определение влажности воздуха психрометрическим методом и методом точки росы в $d-I$ диаграмме.

Метод точки росы менее точен, чем психрометрический. Однако он применим при температурах до $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (с погрешностью измерения $t_{\text{рос}} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Гигроскопический метод основан на способности некоторых материалов изменять свою форму и размеры (удлиниться – обезжиренный человеческий волос, капроновая нить и др.), или свойства (электропроводимость – соль LiCl и др.) при впитывании влаги из воздуха в количестве, пропорциональном его относительной влажности. Поэтому, используя эти материалы в механических или мостовых электрических схемах, можно создавать приборы невысокой точности, называемые гигрометрами.

Массовый (абсолютный) метод наиболее точен, но трудоемок и требует специального оборудования – вентилятора, влагопоглотителей и др. Воздух продувают через поглотители. Отнеся объемный расход воздуха к массе поглощенной всей влаги, определяют абсолютную влажность воздуха $\gamma_{\text{п}}$. По температуре воздуха из таблиц насыщенного пара находят его плотность $\gamma''_{\text{п}}$, т. е. абсолютную влажность насыщенного воздуха; тогда $\phi = \gamma_{\text{п}} / \gamma''_{\text{п}}$.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1Б31	Джамалова Шагана Сардар гызы

Тема: Система контроля климатических условий в лаборатории

Институт	Неразрушающего контроля	Кафедра	Точного приборостроения
Уровень образования	бакалавр	Направление\специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
<i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	
<i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Проведение предпроектного анализа конкурентных технических решений, инициация проекта
<i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Планирование этапов работы
<i>Определение ресурсной, финансовой,</i>	Оценка сравнительной

<i>экономической эффективности</i>	эффективности проекта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В. В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1Б31	Джамалова Шагана Сардар гызы		

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

3.1. Анализ конкурентных технических решений

Объектом исследования моей ВКР являются методы контроля климатических условий в лаборатории. В ходе работы требуется провести анализ существующих методов контроля температуры и влажности, выбрать лучшую систему и разработать структурную схему данной системы.

Существуют множество датчиков для контроля температуры и влажности. Терморезисторы ($B_{к2}$) - работают на зависимости сопротивления материалов от внешней температуры. Проблемой термопаров сопротивления является низкий температурный коэффициент сопротивления.

Комбинированный датчик ($B_{к1}$)- такой датчик позволяет измерять температуру с точность до ± 2 градуса.

Цифровой датчик ($B_{ф}$) - представляет собой трехвыводную микросхему, такой датчик с высокой точностью до 0,5 градусов получить температуру с множеством параллельно работающих датчиков.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений(разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{ф}$	$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{ф}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,05	5	4	3	0,25	0,2	0,15
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,07	5	5	4	0,35	0,35	0,28
3. Помехоустойчивость	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
4.	0,07	4	3	3	0,28	0,21	0,21

Энергоэкономичность							
5. Надежность	0,08	5	4	4	0,4	0,32	0,32
6. Уровень шума	0,03	4	3	3	0,12	0,09	0,09
7. Безопасность	0,09	5	5	5	0,45	0,45	0,45
8. Потребность в ресурсах памяти	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
9. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,08	4	4	3	0,32	0,32	0,24
10. Простота эксплуатации	0,04	5	5	4	0,2	0,2	0,16
11. Качество интеллектуального интерфейса	0,04	4	2	3	0,16	0,08	0,12
12. Возможность подключения в сеть ЭВМ	0,02	5	5	4	0,1	0,1	0,08
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,06	5	5	5	0,3	0,3	0,3
2. Уровень проникновения на рынок	0,04	4	4	3	0,16	0,16	0,12
3. Цена	0,04	4	5	4	0,16	0,2	0,16
4. Предлагаемый срок эксплуатации	0,06	5	5	4	0,3	0,3	0,24
5. Послепродажное обслуживание	0,02	4	4	5	0,08	0,08	0,1
6. Финансирование научной разработки	0,04	3	4	3	0,12	0,16	0,12

7. Срок выхода на рынок	0,03	4	4	4	0,12	0,12	0,12
8. Наличие сертификации разработки	0,02	5	5	5	0,1	0,1	0,1
Итого	1	93	85	77	4,53	4,26	3,84

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i, (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

В данной работе выбраны датчик температуры типа DS18B20, т.к. именно цифровой датчик может определить температуру с высокой точностью.

Датчик температуры DS18B20 — современный программируемый датчик цифрового типа для контроля изменений температуры с функцией аварийного сигнала. Данные устройства работают согласно протоколу 1-Wire (однопроводная линия связи с микроконтроллером) и снабжены энергонезависимой памятью для сохранения и контроля запрограммированных параметров интерфейса.

3.2. Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1. Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 2. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

Основные этапы	№	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы

Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Проведение патентных исследований	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Руководитель темы
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер
	12	Выбор и расчет конструкции	Должность исполнителя
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	Инженер
Изготовление и испытание макета (опытно-го образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	Инженер
	15	Лабораторные испытания макета	Инженер
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер
	17	Оформление патента	Инженер
	18	Размещение рекламы	Инженер

3.2.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости t_i ож используется следующая формула:

$$t_{ож} = (3t_{мин} + 2t_{мах}) / 5$$

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

$t_{мин}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.дн.;

$t_{мах}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.дн.

Таблица 3 Временные показатели проведения научного исследования

Основные этапы	№	Содержание работ	Tmin	Tmax	Toж
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	1	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	1	4	2
	3	Проведение патентных исследований	2	3	2
	4	Выбор направления исследований	1	1	1
	5	Календарное планирование работ по теме	1	1	1
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	2	5	3
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	5	21	11
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	4	3
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	1	5	3
Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	2	4	3
	12	Выбор и расчет конструкции	5	8	6
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	3	7	5
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	2	7	4

	15	Лабораторные испытания макета	2	4	3
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	7	20	12
	17	Оформление патента	1	1	1
	18	Размещение рекламы	1	1	1

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:
 $Z_M = (1 + K_T) \sum C_i * N$

Таблица 4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Изделие	Кол-во	Цена за ед.	$N_i * C_i$
Датчик температуры	4	200	800
Датчик влажности	4	150	600
Кабель RS 485	1	1500	1500
ХАБ USB	1	700	700
Сумма 3600			
$Z_M = 4339$			

где примем $K_T = 0,2$ от суммы затрат

m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$T_p = t_{ож} / C_i$

где T_p – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Таблица 5 Определение продолжительности каждой работы в рабочих днях

Основные этапы	№	Содержание работ	T_{min}	T_{max}	$T_{ож}$	$Ч$	T_p
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	1	1	1	1	1
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	1	4	2	2	2
	3	Проведение патентных исследований	2	3	2	1	3
	4	Выбор направления исследований	1	1	1	1	1
	5	Календарное планирование работ по теме	1	1	1	2	0,5
Теоретические и экспериментальные исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	2	5	3	1	5
	7	Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	5	21	11	1	21
	8	Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	4	3	1	4
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	1	1
	10	Определение целесообразности проведения ОКР	1	5	3	2	2,5

Разработка технической документации и проектирование	11	Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	2	4	3	1	4
	12	Выбор и расчет конструкции	5	8	6	1	8
	13	Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	3	7	5	1	7
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	14	Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	2	7	4	1	7
	15	Лабораторные испытания макета	2	4	3	1	4
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	16	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	7	20	12	1	20
	17	Оформление патента	1	1	1	2	0,5
	18	Размещение рекламы	1	1	1	2	0,5

3.2.3. Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

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:

$$K_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}})$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году; =366

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году; =118

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году. =8

$$K_{\text{кал}} = 1,525$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе i T_{ki} необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 6

Таблица 6 Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе

Название работы	T_{min}	T_{max}	$T_{\text{ож}}$	исполнитель	T_{pi}	T_{ki}
Составление и утверждение технического задания	1	1	1	1	1	2
Подбор и изучение материалов по теме	1	4	2	2	2	3
Проведение патентных исследований	2	3	2	1	3	5
Выбор направления исследований	1	1	1	1	1	2
Календарное планирование работ по теме	1	1	1	2	0,5	1
Проведение теоретических расчетов и обоснований	2	5	3	1	5	8
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	5	21	11	1	21	32
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	2	4	3	1	4	6
Оценка эффективности полученных результатов	1	1	1	1	1	2
Определение целесообразности проведения ОКР	1	5	3	2	2,5	4

Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	2	4	3	1	4	6
Выбор и расчет конструкции	5	8	6	1	8	12
Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия	3	7	5	1	7	11
Конструирование и изготовление макета (опытного образца)	2	7	4	1	7	11
Лабораторные испытания макета	2	4	3	1	4	6
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	7	20	12	1	20	31
Оформление патента	1	1	1	2	0,5	1
Размещение рекламы	1	1	1	2	0,5	1

Таблица 7 Календарный план-график проведения НИОКР по теме

название работы	Должность исполнителя	Тк1	февраль			март			апрель			май			июнь		
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Составление и утверждение технического задания	Руководитель темы	2	■		1												
Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	2	■														
Проведение патентных исследований	Инженер	3	■														
Выбор направления исследований	Руководитель темы	5	■														
Календарное планирование работ по теме	Руководитель темы	2	■														
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Инженер	1		■													
Построение макетов (моделей) и проведение экспериментов	Инженер	8			■	■	■	■									
Сопоставление результатов экспериментов с теоретическими исследованиями	Инженер	32						■									
Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	6						■									
Определение целесообразности проведения ОКР	Инженер	2						■									
Разработка блок-схемы, принципиальной схемы	Инженер	4						■									
Выбор и расчет конструкции	Должность исполнителя	6						■	■								
Оценка эффективности производства и применения проектируемого изделия		12						■	■								
Конструирование и изготовление макета (опытного образца)		11							■	■							
Лабораторные испытания макета	Инженер	11								■							
Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	6									■	■	■	■			
Оформление патента	Инженер	31															■
Размещение рекламы	Инженер	1															■
		1															■

3.2.3.1. Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. 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. Расчет основной заработной платы сводится в табл.

Таблица 8. Расчет основной заработной платы

Основные этапы	исполнители по категориям	Тож	Заработная плата чел дн.	оклад	Тр	Зосн
Разработка технического задания	руководитель	1	1000		1	1000
Выбор направления исследований	руководитель	2	1000		2	2000
	руководитель	2	1000		3	3000
	Инженер	1		400	1	
	инженер	1		400	0,5	
Теоретические и экспериментальные исследования	инженер	3		400	5	
	инженер	11		400	21	
	инженер	3		400	4	
Обобщение и оценка результатов	инженер	1		400	1	
	инженер	3		400	2,5	
Разработка технической документации и проектирование	инженер	3		400	4	
	инженер	6		400	8	
	инженер	5		400	7	
Изготовление и испытание макета (опытного образца)	инженер	3		400	7	
	инженер	12	0	400	4	
Оформление отчета по НИР (комплекта документации по ОКР)	инженер	1		400	20	
	инженер	1		400	0,5	
	руководитель	1	1000		0,5	500

Таблица 9. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	118	118
Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	35	55
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	192

Таблица 10. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Зтс	Зм	Зд	Зосн
Руководитель	25000	30000	1071,4	28000
Инженер	18000	25000	892	20000

Дополнительная заработная плата

$кдоп=0,12$

$Здоп\ рук=28000*0,12=3360$

$Здоп\ инж=20000*0,12=2400$

Вывод: в данном разделе был произведен расчет трудозатрат и материальных затрат, а так же составлен график работ сотрудников, участвующих в разработке системы. Самый длительный этап работы будет длиться с конца февраля по начало мая. Так же были рассчитаны зарплаты и премии, данные приведены в таблице. Была рассчитана стоимость системы, учитывающая транспортные расходы.