

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

Институт Кибернетики

Направление подготовки 27.04.01 Стандартизация и метрология

Кафедра Компьютерных, измерительных систем и метрологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Метрологическое обеспечение испытания полипропилена

УДК 678.742.3.001:006

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Нурбекова Галияш		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник отдела технического регулирования и метрологического обеспечения ФБУ «Томский ЦСМ»	Галицкая Т.В	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.менедж.ИСГТ	Конотопский Владимир Юрьевич	к.э.н.		5.05.2016 г.

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф.ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	к.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
КИСМ	Стукач Олег Владимирович	д.т.н		

Томск – 2016 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ООП

Код результата	Результат обучения
	<i>Профессиональные компетенции</i>
P1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания, научные принципы, лежащие в основе профессиональной деятельности для разработки, внедрения и совершенствования процессов метрологического обеспечения испытаний, измерений, контроля продукции, учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты.
P2	Ставить и решать инновационные задачи, связанные с созданием новых методов метрологического обеспечения испытаний, измерений, контроля продукции, оценить экономическую эффективность процессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа.
P3	Проводить теоретические и экспериментальные исследования для целей метрологического обеспечения испытаний, измерений, контроля качества продукции с использованием новейших достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта, уметь критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы.
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования методик метрологического обеспечения, владеть методами оценки прогресса в области обеспечения единства измерений, уметь критически оценивать полученные теоретические и практические данные и делать выводы, использовать правовые основы в области управления качеством.
P5	Использовать международный опыт проектного, технологического менеджмента и управления бизнес-процессами для ведения инновационной инженерной деятельности в области метрологического обеспечения испытаний, измерений, контроля качества продукции.
	<i>Универсальные компетенции</i>
P6	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учётом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя команды, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
P8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, с пониманием культурных, языковых и социально-экономических различий, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.
P9	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития
P10	Самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, находить необходимую литературу, базы данных, информацию, соблюдать основные требования информационной безопасности.

	испытательного оборудования. Основные положения»;
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<p>1 Провести обзор литературных источников по теме диссертационной работы</p> <p>2 Анализ законодательства в области единства измерений и деятельности по метрологическому обеспечению испытаний продукции, оценке и подтверждению соответствия продукции, требованиям технических регламентов, стандартов</p> <p>3 Анализ общих требований и методов испытаний полипропилена, необходимости разработки технической документации для метрологического обеспечения испытаний полипропилена</p> <p>4 Разработка методики калибровки толщиномера настольного Millimar C1208 (Mahr) для определения толщины пленки из полипропилена, программы и методики аттестации сушижарового шкафа Heratherm серии OGS и OMS с целью определения возможности шкафа воспроизводить и поддерживать условия испытаний температуры полипропилена</p> <p>5 Заключение</p>
Перечень графического материала	Презентация, выполненная в MS PowerPoint
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	доцент, к.т.н., Конотопский Владимир Юрьевич
Социальная ответственность	доцент, к.х.н., Пустовойтова Марина Игоревна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1.2 Сравнительный анализ законодательства в области обеспечения единства измерений 6 Разработка методики калибровки прибор «Millimar C1208»	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник отдела технического регулирования и метрологического обеспечения ФБУ «Томский ЦСМ»	Галицкая Т.В.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Нурбекова Галияш		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ41	Нурбековой Галияш

Институт	ИК	Кафедра	КИСМ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Расчет затрат на разработку НИРС
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	НДС – 18%, зачисления на заработную плату – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. «Портрет» потребителя
2. Оценка конкурентоспособности ИР
3. Матрица SWOT
4. Модель Кано
5. ФСА диаграмма
6. Оценка перспективности нового продукта
7. График разработки и внедрения ИР
8. Инвестиционный план. Бюджет ИП
9. Основные показатели эффективности ИП
10. Риски ИП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Конотопский Владимир Юрьевич	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Нурбекова Галияш		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ41	Нурбековой Галяш

Институт	ИК	Кафедра	КИСМ
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы;) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера.). 	<p>Рабочее место находится в отделе технического регулирования и метрологического обеспечения ФБУ «Томский ЦСМ». Работа проводится с использованием персонального компьютера, существует риск возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды; – опасных проявлений факторов производственной среды; – негативного воздействия на окружающую природную среду; – чрезвычайных ситуаций.
<p style="text-align: center;">Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 2. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. 3. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. 4. Федеральный закон "технический регламент о требованиях пожарной безопасности" 5. Гост 22.3.03-97 безопасность в чрезвычайных ситуациях. Защита населения. 6. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства.) 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – некомфортные метеоусловия; – производственный шум; – недостаточная освещенность; – напряженность труда; – электромагнитные поля.
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); 	<ul style="list-style-type: none"> – электробезопасность; – термические опасности;

<ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения). 	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	– анализ воздействия объекта на литосферу (отходы).
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	– ЧС техногенного характера, обрушения зданий и сооружений, различные нештатные ситуации.
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p>– специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны (СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы)</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ЭБЖ	Пустовойтова Марина Игоревна	К.Х.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Нурбекова Галияш		

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

Институт ИК
 Направление подготовки (специальность) Стандартизация и метрология
 Уровень образования Магистратура
 Кафедра Компьютерных измерительных систем и метрологии
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2015/2016 учебного года)

Форма представления работы:

магистерская диссертация (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)
--

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

Дата контроля	Название раздела (модуля) /вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.05.2016	Основная часть	60
05.05.2016	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	15
15.05.2016	Социальная ответственность	10
30.05.2016	Обязательное приложение на иностранном языке	15
	Итого	100

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник отдела технического регулирования и метрологического обеспечения ФБУ «Томский ЦСМ»	Галицкая Татьяна Викторовна	Кандидат технических наук		

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор каф. КИСМ	Стукач Олег Владимирович	Доктор технических наук		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 106 страницы, 5 рисунков, 25 таблиц, 2 приложения, 15 слайдов графического материала.

Ключевые слова: полипропилен, метрологическое обеспечение испытаний, испытательное оборудование, толщиномер, методика аттестации и методика калибровки, неопределенность измерений.

Объектом исследования является полипропилен по ГОСТ 26996-86 «Полипропилен и сополимеры полипропилена. Технические условия».

Цель работы: исследование элементов метрологического обеспечения испытаний полипропилена с использованием процессного и системного подходов, повышение эффективности метрологического обеспечения испытаний.

В процессе работы проводились исследования существующих проблем метрологического обеспечения испытаний продукции, анализировались возможные пути их решения.

В результате исследования, за счет применения методов теоретической и прикладной метрологии, системного анализа, выявлены основные задачи метрологического обеспечения испытаний полипропилена, исследованы элементы метрологического обеспечения испытаний, вследствие чего были разработаны методики калибровки толщиномера «Millimar C 1208 (Mahr)», программы и методики аттестации на сухожаровой шкаф Heratherm General Protocol серии OGS и OMS.

Экономический эффект разработанных методик калибровки средств измерений и аттестации испытательного оборудования характеризуется получением дополнительной прибыли, связанной с получением качественной продукции, так как испытания полипропилена осуществляются с использованием метрологически обеспеченного оборудования, соответствующего международным требованиям.

Оглавление

Введение.....	11
1 Обеспечение единства измерений.....	14
1.1 Основные понятия	14
1.2 Сравнительный анализ законодательства в области обеспечения единства измерений	16
2 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия	18
3 Анализ общих требований и методов испытаний полипропилена	21
3.1 Анализ объекта исследований	21
3.2 Методики испытаний и оборудование для испытаний полипропилена	23
3.2.1 Сухожаровой шкаф Heratherm General Protocol серии OGS и OMS	23
3.2.2 Прибор «Millimar C 1208»	25
4 Анализ требований к калибровке средств измерений.....	28
5 Исследование требований к испытательному оборудованию.....	35
5.1 Определение задач при первичной аттестации испытательного оборудования.....	35
5.2 Определение задач при периодической и повторной аттестация испытательного оборудования	38
5.3 Определением требований к структуре и содержанию методики аттестации	39
6 Разработка методики калибровки прибора «Millimar C 1208»	41
7 Разработка программы и методики первичной и периодической аттестации испытательного оборудования.....	48
8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	55
9 Социальная ответственность	67
Заключение	79
Список использованных источников	81
Приложение А	83
Приложение Б.....	88

Введение

Полипропилен применяется в самых разнообразных областях деятельности человека. Он используется при изготовлении труб для водоснабжения, товаров бытового назначения, канцтоваров и игрушек. Одним из самых распространенных областей является производство тары и упаковочных материалов, в том числе и различных пленок.

Известно, что в рамках Таможенного союза, а сейчас Евразийского экономического сообщества (ЕврАзЭС), цель создания которого заключалась в обеспечении свободы движения товаров и проведение скоординированной, согласованной или единой политики в отраслях экономики, разрабатываются и утверждаются Технические регламенты Таможенного союза. Так, требования к упаковочным материалам из полипропилена регламентированы в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 005–2011 «О безопасности упаковки». Следовательно, требования безопасности к упаковочным материалам из полипропилена единые во всех странах ЕврАзЭС, в том числе Российской Федерации и республики Казахстан.

Пленку из полипропилена изготавливают в ООО «Биакспен-Т», который активно импортирует ее в республику Казахстан. Кроме того, производители полипропилена ООО «Томскнефтехим» также импортирует его в республику Казахстан.

Информацию о качестве и безопасности продукции из полипропилена получают в результате испытаний на ряд показателей, установленных в технических условиях на соответствующую продукцию. Для принятия обоснованных решений в изменении технологического процесса или выбраковке партии продукции необходимо получение достоверной информации о значениях физических величин, характеризующих состава и свойства продукции из полипропилена.

Получение достоверной информации возможно только в том случае, если будет реализовано метрологическое обеспечение испытаний продукции, которое представляет собой установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Проводимые исследования по метрологическому обеспечению испытаний продукции, показали, что имеется ряд особенностей для различных видов продукции, например таких как:

- отсутствие единого подхода к задачам метрологического обеспечения испытаний продукции, обязательные требования которой установлены в Технических регламентах Таможенного союза в связи с разными требованиями к обеспечению единства измерений у стран-членов ЕврАзЭС;

- отсутствие обязательных требований к метрологическому обеспечению испытаний продукции в случае проведения измерений вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений;

- проблемы при постановке целей и задач метрологического обеспечения испытаний конкретного вида продукции.

Вследствие этого метрологическое обеспечение испытаний продукции является актуальной проблемой, и требуются дальнейшие научные исследования и методическая проработка этих вопросов.

Целью выпускной квалификационной работы является исследование элементов метрологического обеспечения испытаний полипропилена с использованием процессного и системного подходов, повышение эффективности метрологического обеспечения испытаний.

Для реализации цели выпускной квалификационной работы поставлены следующие задачи:

- анализ законодательства Российской Федерации и республики Казахстан в области единства измерений;

- анализ особенностей, проблем и задач метрологического обеспечения испытаний продукции;
- анализ общих требований и методов испытаний полипропилена, необходимости разработки технической документации для метрологического обеспечения испытаний полипропилена;
- разработка методики калибровки толщиномера определения толщины пленки из полипропилена;
- разработка программы и методики аттестации сухожарового шкафа с целью определения возможности шкафа воспроизводить и поддерживать условия испытаний температуры полипропилена.

1 Обеспечение единства измерений

1.1 Основные понятия

Обеспечение единства измерений это деятельность, которая направлена на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с законодательными актами, нормами, которые установлены нормативно-правовыми актами и другими нормативными документами по обеспечению единства измерений.

Метрологическое обеспечение устанавливает и применяет научные и организационные основы технических средств, метрологические нормы, которые необходимы для достижения единства требуемой точности измерений.

В основе метрологического обеспечения лежат четыре основы: техническая, научная, организационная и нормативная которая приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Основы метрологического обеспечения

Техническая	Научная	Организационная	Нормативная
Системы: – передача размеров единиц физических величин от эталонов всем средствам измерений; – эталоны единиц физических величин, обеспечивающих воспроизведение единиц с наивысшей точностью; – испытания средств измерений; – поверка средств измерений; – разработка, постановка на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений;	Теоретическая и прикладная метрология	Государственная метрологическая служба России, метрологические службы федеральных органов исполнительной власти, организаций и юридических лиц.	Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» и прочие нормативные документы, такие как ГСИ (Государственной системы обеспечения единства измерений)

Конституция РФ – основополагающий документ для всех видов государственной деятельности. А Федеральный закон РФ 2008 года № 102-ФЗ – основной законодательный акт в области метрологического обеспечения.

Цели данного ФЗ:

- 1) установить правовые основы обеспечения единства измерений;
- 2) защитить права и законные интересы граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- 3) обеспечить потребность граждан, общества и государства в получении объективных результатов измерений;
- 4) содействовать развитию экономики РФ и научно-техническому прогрессу.

Измерения, которые предусмотрены законодательством Российской Федерации о техническом регулировании, относятся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

В законе устанавливается Государственная метрологическая служба и прочие службы для обеспечения единства измерений, метрологические службы юридических лиц и государственных органов управления, а также виды и сферы распределения государственного метрологического контроля и надзора. В законе отражены установление в РФ рыночные отношения для определения основ деятельности метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц. Сферы, в которые не подвержены контролю напрямую государственными органами, действует Российская система калибровки, направленная на обеспечение единства измерений. Система калибровки представляет собой совокупность субъектов деятельности и калибровочных работ, направленных на обеспечение единства измерений в сферах, для которых не проводится государственный метрологический контроль и надзор и действующих на основе установленных требований к организации и проведению калибровочных работ. Также на основе закона

происходит взаимодействие с международной и национальными системами измерений, что позволяет достичь взаимного признания результатов испытаний, калибровки и сертификации, а также использовать мировой опыт и современные тенденции развития метрологии.

1.2 Сравнительный анализ законодательства в области обеспечения единства измерений

Вступление России во Всемирную торговую организацию, создание Таможенного союза России, Белоруссии и Казахстана требует гармонизации отечественного законодательства об обеспечении единства измерений с международными метрологическими нормами и соответствующими законодательствами членов Таможенного союза. Гармонизация метрологических законодательств, их полнота и непротиворечивость являются важнейшим фактором взаимного признания результатов измерений, их точности и достоверности, лежащих в основе оценки соответствия продукции требованиям качества и безопасности, доверия к ней торговых партнеров, обеспечения конкурентоспособности продукции на внешних и внутреннем рынках.

Проведенный сравнительный анализ метрологических законодательств (приложение А) Федерального закона Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ и Закона Республики Казахстан «Об обеспечении единства измерений» от 7 июня 2000 г. №53-11 показал существенное различие, способное ухудшать обеспечение единства измерений, в части: статуса и роли калибровки СИ в обеспечении единства измерений. Добровольность и неупорядоченность калибровки в Российской Федерации и ее применение наравне с поверкой в Республике Казахстан (см. пункт 6 сравнения, приложение А). А также отсутствия обязательных требований к аккредитации на выполнение калибровки СИ и оценки

соответствия эталонов единиц величин в законодательстве Российской Федерации (см. пункт 7 сравнения, приложение А). Различие метрологических законодательств по остальным пунктам сравнения можно считать не существенным.

Не совершенность Федерального закона № 102-ФЗ заключается в том, что для средств измерений, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, проходить в добровольном порядке калибровку. Однако вне сфер государственного регулирования обеспечения единства измерений могут применяться средства измерений утвержденного типа. Поэтому более верной формулировкой части 1 статьи 18 № 102-ФЗ было бы «Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подвергаются калибровке или поверке».

Следовало бы также включить в состав работ (услуг) по обеспечению единства измерений части 1, статьи 19 № 102-ФЗ, на выполнение которых требуется аккредитация: калибровку средств измерений и оценку соответствия эталонов единиц величин (или определить понятие эталона через средство измерений, распространив на них тем самым процедуры утверждения типа, поверки и аккредитации).

Анализ сравнения законов представлен в приложении А.

2 Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия

Испытания продукции могут проводиться для целей технологического контроля производства или подтверждения соответствия. Подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов проектирования, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров [1].

Оценка соответствия является прямым или косвенным определением соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Выполнение работы по оцениванию степени соответствия продукции, какого-либо процесса или же услуги установленным требованиям, подчиняющиеся определенной системе называется – процедурой оценивания соответствия.

Основная цель метрологического обеспечения испытаний – это получение наиболее достоверной измерительной информации о значениях показателей качества о безопасности продукции.

Анализ нормативной документации показал, что основными задачами метрологического обеспечения испытаний являются:

- создание необходимых условий для получения наиболее достоверной информации о значениях показателей качества, а также безопасность продукции при проведенных испытаниях;
- разработка методик испытаний, обеспечивающих получение результатов испытаний с погрешностью и воспроизводимостью, которые не будут выходить за пределы установленных норм;

- разработка программ испытаний, обеспечивающих получение наиболее достоверной информации о значениях показателей качества и безопасности продукции, а также их соответствие установленным требованиям;
- проведение метрологической экспертизы методик испытаний и программ;
- обеспечение поверки средств измерений, которые будут использоваться в сферах государственного регулирования и используемых для контроля параметров испытываемой продукции, а также для характеристики условий испытаний, параметров безопасности труда и состояния окружающей среды;
- аттестация испытываемого оборудования;
- калибровка средств измерений вне сферы государственного регулирования;
- аттестация методик выполнения измерений, методик испытаний;
- подготовка соответствующего персонала испытательных подразделений для выполнения измерений и испытаний, техническому обслуживанию, а также аттестации испытательного оборудования.

Основные требования к метрологическому обеспечению испытаний представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные требования к метрологическому обеспечению испытаний

Таким образом, определены цели и задачи метрологического обеспечения испытаний продукции, а также основные требования к реализации.

3 Анализ общих требований и методов испытаний полипропилена

3.1 Анализ объекта исследований

Полипропилен – синтетический термопластичный неполярный полимер, принадлежащий к классу полиолефинов. Продукт полимеризации пропилена. Твердое вещество белого цвета. Выпускается в форме гомополимера и сополимеров, которые получают сополимеризацией пропилена и этилена в присутствии металлоорганических катализаторов при низком и среднем давлениях, в виде гранул стабилизированных, окрашенных или неокрашенных, который представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Окрашенный и неокрашенный полипропилен в виде гранул

Из полипропилена производят множество различных изделий. Процесс подтверждения соответствия установленным требованиям имеет определенные отличия. Обязательные требования к продукции из полипропилена не установлены в Технических регламентах Таможенного союза, и подтверждение соответствия пленки из полипропилена осуществляется в форме добровольной сертификации.

Полипропилен (ПП), твердый термопластичный полимер с температурой плавления 165-170 °С и плотностью 900-910 кг/м³. Максимальная температура эксплуатации ПП без нагрузки – 150 °С. Полипропилен имеет более высокую теплостойкость, чем полиэтилен, обладает хорошими диэлектрическими показателями при широком интервале температур. ПП нерастворим в органических растворителях при комнатной температуре, при нагревании до 80°С и выше, он растворяется в ароматических и хлорированных углеводородах.

Полипропилен выпускается в виде порошка белого цвета или гранул с насыпной плотностью 0,4—0,5 г/см³. Полипропилен выпускается стабилизированным, окрашенным и неокрашенным [2].

Полипропилен устойчив к воздействию кислот и оснований, а также к водным растворам солей, минеральным и растительным маслам. ПП мало подвержен растрескиванию под воздействием агрессивных сред. Выпускают различные марки полипропилена, модифицированные минеральными наполнителями и каучуками, поэтому цена на полипропилен может сильно отличаться.

Отличительными свойствами полипропилена являются:

- высокая прочность;
- низкая плотность;
- устойчивость к ударам и многократным изгибам; - хорошая износостойкость;
- отличная электроизоляция;
- высокая химическая стойкость;
- низкая паро- и газопроницаемость;
- высокая водостойкость;
- хорошее смешивание с красителями;
- легко кристаллизуется;
- физиологически безвреден;

- отличная свариваемость;

Недостаток полипропилена – невысокая морозостойкость (-30°C).

Испытания полипропилена и сополимеров пропилена проводят на объединенной пробе. Отобранные точечные пробы соединяют в объединенную пробу и перемешивают на чистом поддоне не менее 5 мин. Масса объединенной пробы полипропилена должна быть не менее 0,8 кг, сополимеров пропилена - не менее 2 кг. Объединенную пробу помещают в плотно закрытую сухую любую тару, на которую наклеивают или в которую вкладывают этикетку с наименованием продукции, марки, номера и массы партии, даты отбора проб. Разброс значений показателя текучести расплава вычисляют по результатам анализа точечных проб, отобранных для проверки качества полипропилена и сополимеров пропилена при упаковывании продукции в мешки количество упаковочных единиц продукции (X_1), от которых отбирают точечные пробы, вычисляют по формуле [2]:

$$X_1 = \sqrt{\frac{m}{2 \cdot 25}}, \quad (3.1)$$

где m – масса партии, кг;

25 – масса упаковочной единицы продукции, кг.

3.2 Методики испытаний и оборудование для испытаний полипропилена

3.2.1 Сухожаровой шкаф Heratherm General Protocol серии OGS и OMS

Одним из показателей безопасности полипропилена являются летучие вещества. Для определения массовой доли летучих веществ полипропилена испытывают в сухожаровом шкафу. Не менее 10 г полипропилена взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака в стаканчике и сушат в сухожаровом шкафу при температуре (103 ± 2) °C в течение 2 ч. Затем стаканчик

с навеской охлаждают в эксикаторе до комнатной температуры и взвешивают с точностью до четвертого десятичного знака. Массовую долю летучих веществ X_4 вычисляют по формуле [2]:

$$X_1 = \frac{m-m_1}{m-m_2} \cdot 100, \quad (3.2)$$

где m -масса стаканчика с полимером до высушивания, г;

m_1 -масса стаканчика с полимером после высушивания, г;

m_2 -масса пустого стаканчика, г.

За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов двух параллельных определений, расхождение между которыми не должно быть более 0,03 %. Среднее квадратическое отклонение результата измерений при массовой доле летучих веществ в полимере от 0,1 % до 0,2 % составляет 0,02 % [2].

Для определения массовой доли летучих веществ полипропилена используют сухожаровой шкаф Heratherm General Protocol серии OGS и OMS. Данное оборудование предназначено для стерилизации, сушки и испытания различных образцов, а также для выполнения более сложных тщательно контролируемых задач. Высокая однородность и стабильность температуры внутри рабочей камеры достигается благодаря микропроцессорному управлению.

Все приборы данной серии оборудованы:

- жидкокристаллическим дисплеем, на котором отображаются различные параметры работы, зависящие от модификации оборудования;
- сенсорной панелью управления;
- системой крепления полок, которая может быть установлена или демонтирована без применения дополнительных инструментов за несколько секунд;
- таймером работы, тип которого зависит от выбранной модификации прибора;
- сигнализацией превышения температуры выше заданного значения;

- интерфейсом RS232 для подсоединения прибора к персональному компьютеру и регистрации температуры;

- роликовыми опарами со стопперами, для напольных моделей объем которого составляет 400 л, 750 л.

Сухожаровой шкаф General Protocol, модели OGS / OMS обеспечивает нагрев и сушку при температуре до +250 °С. Внешний вид данного оборудования представлен на рисунке 3. Поскольку сухожаровой шкаф General Protocol, модели OGS / OMS воспроизводит и поддерживает условия испытаний, а именно установленную температуру, то в соответствии с [3] его следует отнести к испытательному оборудованию.



Рисунок 3 – Сухожаровой шкаф General Protocol, модели OGS / OMS

3.2.2 Прибор «Millimar С 1208»

Основным показателем, характеризующим тип пленки из полипропилена, является толщина. Толщину пленки определяют с использованием прибора «Millimar С 1208». К данному оборудованию можно подключить один или два индуктивных датчика. С его помощью проводят статические и динамические измерения. Элементами управления данного прибора являются:

– дисплей;

- клавиатура;
- индикаторы состояния.

Вся необходимая информация об измерениях отображается на дисплее. Результаты измерений могут отображаться в аналоговом и цифровом виде. Также прибор имеет возможность подключаться к персональному компьютеру. На рисунке 4 представлен внешний вид «Millimar C 1208».



Рисунок 4 – Millimar C 1208

Прибор «Millimar C 1208» является техническим средством, с помощью которого получают результат измерений толщины. Следовательно, он является средством измерений в соответствии с РМГ 29-2013 [4].

Приведены методики испытаний некоторых показателей безопасности и качества пленки из полипропилена, оборудование для проведения испытаний. Определено, что сухожаровой шкаф General Protocol, модели OGS / OMS

является испытательным оборудованием, прибор «Millimar С 1208» - средством измерений.

Измерения толщины пленки из полипропилена необходимы для осуществления технологического контроля за качеством выпускаемой пленки. Данные измерения не определены в сферах государственного регулирования обеспечения единства измерений, и поэтому используемое средство измерений может проходить калибровку в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ.

Следовательно, для метрологического обеспечения методик испытаний полипропилена на определение массовой доли летучих веществ и толщины пленки из полипропилена необходимо:

- провести аттестацию сухожарового шкафа General Protocol, модели OGS / OMS;
- провести калибровку прибор «Millimar С 1208».

4 Анализ требований к калибровке средств измерений

В настоящее время широко применяются технические средства, которые предназначены для измерений. И ни один процесс измерений не может обойтись без их применения. При использовании средств измерений нужно знать степень соответствия информации об измеряемой величине, содержащейся в выходном сигнале, ее действительному значению. Отсюда можно сказать определение действительных значений метрологических характеристик средств измерений, это и есть калибровка средств измерений.

Для средств измерений вводятся и нормируются определенные метрологические характеристики, где значения регламентируются соответствующими стандартами, прописываются требования к проведению процедуры калибровки, а также документам, регламентирующим процедуру проведения калибровки.

В сентябре 2015 года вступил в силу ГОСТ Р 8.879-2014 [5]. Настоящий стандарт устанавливает основные требования к построению, содержанию и изложению методик калибровки средств измерений и предназначен для разработки методик калибровки средств измерений.

За последние годы наметилась тенденция роста числа разрабатываемых методик калибровки в различных сферах деятельности. Это связано с тем, что:

- отсутствуют типовые методики калибровки;
- возрастает интерес владельцев средств измерений к калибровке, в связи с тем, что отечественные предприятия стремятся соответствовать международному уровню;
- существует значительный парк средств измерений не утвержденных типов и средств измерений, используемых вне сферы государственного регулирования;

– при использовании средства измерений вне сферы государственного регулирования достаточно проведения калибровки в соответствии с Федеральным законом № 102-ФЗ.

В связи с этим можно сказать, что необходимость в разработке методик калибровки средств измерений, является актуальным вопросом.

Нормативно-правовая база в области калибровки средств измерений представлена:

– Федеральным законом № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», где дано определение калибровки, как совокупности операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений;

– Федеральным законом № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации», где определен порядок и особенности аккредитации в различных сферах деятельности;

– Рекомендациями Российской системы калибровки, которые регламентируют положение и порядок организации деятельности РСК, основные требования к методикам калибровки, где указаны требования к содержанию и построению методик калибровки;

– ГОСТ Р 8.879-2014 «ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению»;

– ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», который устанавливает общие требования к компетентности лабораторий в проведении испытаний и/или калибровки;

– Рекомендации по метрологии РМГ 115-2011, где описан алгоритм обработки результатов измерений и оценивание неопределенности;

– Правила по метрологии, касающиеся калибровки средств измерений.

Под системой калибровки понимается совокупность добровольно объединившихся юридических лиц и индивидуальных предпринимателей,

деятельность которых в части организации и выполнения калибровочных работ направлена на обеспечение единства измерений в стране вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений и осуществляется в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами.

Основной целью Российской системы калибровки (РСК) является международное признание результатов калибровки и обеспечение доверия к качеству выполнения калибровочных работ. А предметом деятельности являются аккредитованные метрологические службы.

Основу РСК составляют аккредитованные метрологические службы юридических лиц, главной функцией которых является калибровка средств измерений в области аккредитации в соответствии с действующими нормативными документами.

Калибровка средств измерений осуществляется по методикам калибровки, основные требования к которым изложены в ГОСТ Р 8.879-2014 [5], документ регламентирующий методику калибровки, может быть представлен в виде:

- а) международного, регионального, государственного стандарта;
- б) специального раздела технических условий на изготовление средств измерений;
- в) специального раздела описания типа для Государственного реестра средств измерений;
- г) документа, оформленного в качестве рекомендаций, утвержденных научным метрологическим центром и зарегистрированных в базе данных ВНИИМС;
- д) документа, утверждаемого руководителем предприятия, которое является разработчиком методики калибровки;

е) документа, утверждаемого руководителем предприятия, применяющего методику калибровки, и зарегистрированного в базе данных данного предприятия.

По назначению методики калибровки можно подразделить на:

- методики калибровки, предназначенные для калибровки средств измерений, относящихся к одной или нескольким группам средств измерений;

- методики калибровки, предназначенные для калибровки средств измерений одного или нескольких типов средств измерений;

- методики калибровки, предназначенные для калибровки единичных экземпляров средств измерений.

При разработке методики калибровки необходимо учитывать и дополнительные критерии аккредитации по (Приказ Минэкономразвития от 30.05.2014 № 326), где указаны требования для калибровочных работ, предусматривающие:

а) определение метрологических и технических характеристик средств измерений, включая показатели точности, выраженные в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации;

б) идентификацию программного обеспечения (при наличии программного обеспечения);

в) разработку или выбор методики калибровки и ее опробование;

г) установление интервала между калибровками;

д) проверку соблюдения ограничений доступа к определенным частям средств измерений (включая программное обеспечение) с целью предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений;

е) разработку процедуры оценки неопределенности результатов калибровки.

В соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025 [6], при калибровке должны использоваться методики калибровки, которые отвечают

потребностям клиентов. Преимущественно должны использоваться методики, приведенные в международных, региональных или государственных стандартах. Международные, региональные стандарты, зарегистрированные в качестве действующих на территории Российской Федерации нормативных документов в области метрологии, содержащие достаточную информацию о том, как проводить калибровку и не нуждающиеся в дополнениях, могут не переоформляться в качестве самостоятельных методик калибровки.

Методика калибровки, оформленная самостоятельным документом, должна иметь:

- а) титульный лист;
- б) соответствующую идентификацию: наименование, номер, сведения о разработчике;
- в) указания об области распространения (назначении) методики калибровки (указание группы (групп), типа (типов) средств измерений, для калибровки которых данная методика предназначена);
- г) описание основных характеристик и особенностей калибруемых средств измерений в случае, если методика калибровки предназначена для калибровки средств измерений единичного производства, либо средств измерений, изготовленных в соответствии со стандартами на технические условия, но используемых в особых условиях или режимах, а также в случае, если к ним пользователем (клиентом) предъявляются особые специфические требования;
- д) сведения о метрологических характеристиках средств измерений, действительные значения которых подлежат определению в процессе калибровки;
- е) перечень средств калибровки и вспомогательного оборудования, необходимых для проведения калибровки, с указанием требований к их техническим и метрологическим характеристикам;
- ж) сведения об условиях окружающей среды и необходимом периоде

стабилизации для оборудования;

з) описание процедуры калибровки, включая:

- подготовку к процедуре калибровки;

- проверки, необходимые перед началом работы;

- проверки нормального функционирования и, при необходимости, процедуру регулировки оборудования перед каждым его использованием;

- процедуру проведения измерений;

- обработку результатов измерений;

- описание оформления результатов калибровки;

- меры безопасности, которые должны соблюдаться при проведении калибровки;

- условия или требования, при нарушении которых калибровка не проводится или результаты ее не могут считаться достоверными;

- указание о неопределенности или процедуру оценки неопределенности измерений при калибровке.

Документ на методику калибровки должен содержать вводную часть и разделы, название которых должны соответствовать указанному выше содержанию.

Рекомендуемые названия и последовательность разделов методики калибровки [5]:

Вводная часть (область распространения).

1 Нормативные ссылки.

2 Определения.

3 Технические требования.

3.1 Требования к неопределенностям измерений параметров, определяемых в процессе калибровки. Допустимо: Требования к погрешностям оценки параметров, определяемых в процессе калибровки.

3.2 Требования к средствам калибровки и вспомогательному оборудованию (включая прослеживаемость).

3.3 Требования к условиям проведения калибровки.

4 Требования к квалификации калибровщиков.

5 Требования по обеспечению безопасности.

6 Подготовка к процедуре калибровки.

7 Процедура калибровки.

8 Обработка результатов измерений.

9 Оформление результатов калибровки.

10 Неопределенность измерений (процедура оценки неопределенности).

Допустимо: Погрешность оценки параметров, определяемых в процессе калибровки.

Таким образом, проведённый анализ состояния наличия методик калибровки средств измерений позволяет сделать вывод, что для каждого средства измерений разрабатывается индивидуальная методика калибровки, описывающая процедуры определения действительных метрологических характеристик средства измерений в зависимости от его назначения. Поэтому методики калибровки зачастую разрабатываются в эксплуатирующих организациях для конкретных целей.

5 Исследование требований к испытательному оборудованию

Испытательное оборудование – средство испытаний, представляющее собой техническое устройство для воспроизведения условий испытаний [3]. Испытательные оборудования бывают разного типа, назначения и области применения.

Метрологическое обеспечение испытательного оборудования заключается в его аттестации в соответствии с ГОСТ Р 8.568-97 [3]. Целью аттестации испытательного оборудования является подтверждение возможности воспроизведения условий испытаний в пределах допускаемых отклонений и установление пригодности использования оборудования в соответствии с его назначением [3].

Испытательные оборудования подвергаются первичной, периодической и повторной аттестации.

5.1 Определение задач при первичной аттестации испытательного оборудования

Первичную аттестацию проводят при вводе испытательного оборудования в эксплуатацию в конкретном подразделении предприятия. Она заключается в экспертизе эксплуатационной и проектной документации, на основании которой выполнена установка испытательного оборудования, экспериментальном определении его технических характеристик и подтверждении пригодности использования испытательного оборудования.

Первичную аттестацию испытательного оборудования проводят в соответствии с действующими нормативными документами на методики аттестации определенного вида испытательного оборудования и (или) по программам и методикам аттестации конкретного оборудования.

Объектами первичной аттестации является конкретное испытательное оборудование с нормированными техническими характеристиками воспроизведенных условий испытаний и при наличии информационного обеспечения, например, компьютерного, программного обеспечения или обеспечения алгоритмов функционирования.

Первичную аттестацию испытательного оборудования проводит комиссия, назначаемая руководителем предприятия или организации по согласованию с государственным научным метрологическим центром или органом государственной метрологической службы, если их представители должны участвовать в работе комиссии. В состав комиссии включают представителей:

- подразделения предприятия (организации), проводящего испытания на данном испытательном оборудовании;
- метрологической службы предприятия (организации), подразделение которого проводит испытания продукции;
- государственных научных метрологических центров и (или) региональных центров метрологии при использовании испытательного оборудования для испытаний продукции с целью ее обязательного подтверждения соответствия.

Испытательные подразделения представляют испытательное оборудование на первичную аттестацию с технической документацией и техническими средствами, необходимыми для его нормального функционирования и для проведения первичной аттестации. В состав представляемой технической документации должны входить:

- эксплуатационные документы по ГОСТ 2.601-2013 [7], включая формуляр при его наличии для импортного оборудования - эксплуатационные документы фирмы-изготовителя, переведенные на русский язык;
- программа и методика первичной аттестации испытательного оборудования;

- методика периодической аттестации испытательного оборудования в процессе эксплуатации, если она не изложена в эксплуатационных документах.

В процессе первичной аттестации устанавливают:

- возможность воспроизведения внешних воздействующих факторов и (или) режимов функционирования объекта испытаний, установленных в документах на методики испытаний продукции конкретных видов;

- отклонения характеристик условий испытаний от нормированных значений;

- обеспечение безопасности персонала и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду;

- перечень характеристик испытательного оборудования, которые проверяют при периодической аттестации оборудования, методы, средства и периодичность ее проведения.

Результаты первичной аттестации оформляют протоколом. Протокол первичной аттестации испытательного оборудования подписывают председатель и члены комиссии, проводившие первичную аттестацию. При положительных результатах первичной аттестации на основании протокола первичной аттестации оформляют аттестат. Аттестат подписывает руководитель предприятия (организации), в подразделении которого проводилась первичная аттестация испытательного оборудования. Отрицательные результаты первичной аттестации указывают в протоколе. Сведения о выданном аттестате (номер и дата выдачи), полученные значения характеристик испытательного оборудования, а также срок последующей периодической аттестации испытательного оборудования и периодичность ее проведения в процессе эксплуатации вносят в формуляр, паспорт или специально заведенный журнал.

5.2 Определение задач при периодической и повторной аттестация испытательного оборудования

Периодическую аттестацию испытательного оборудования в процессе его эксплуатации проводят в объеме, необходимом для подтверждения соответствия характеристик испытательного оборудования требованиям нормативных документов на методики испытаний и эксплуатационных документов на оборудование и пригодности его к дальнейшему использованию.

Номенклатуру проверяемых характеристик испытательного оборудования и объем операций при его периодической аттестации устанавливают при первичной аттестации оборудования, исходя из нормированных технических характеристик оборудования и тех характеристик конкретной продукции, которые определяют при испытаниях.

Периодическую аттестацию испытательного оборудования в процессе его эксплуатации проводят сотрудники подразделения, в котором установлено оборудование, уполномоченные руководителем подразделения для выполнения этой работы, и представители метрологической службы предприятия.

Результаты периодической аттестации испытательного оборудования оформляют протоколом. Протокол с результатами периодической аттестации подписывают лица, ее проводившие. Утверждает протокол руководитель предприятия (организации).

При положительных результатах периодической аттестации в паспорте или формуляре делают соответствующую отметку, а на испытательное оборудование прикрепляют бирку с указанием даты проведенной аттестации и срока последующей периодической аттестации.

При отрицательных результатах периодической аттестации в протоколе указывают мероприятия, необходимые для доведения технических характеристик испытательного оборудования до требуемых значений. После

устранения выявленных недостатков, испытательное оборудование подвергают повторной аттестации.

Повторная аттестация, испытательного оборудования после ремонта или модернизации осуществляется в порядке, установленном для первичной аттестации испытательного оборудования.

5.3 Определением требований к структуре и содержанию методики аттестации

Разработка методики аттестации испытательного оборудования делится на несколько этапов.

Первый этап состоит в рассмотрении технической документации. На этом этапе должна быть рассмотрена техническая документация и решены следующие вопросы:

- проверка соответствия комплекта представленных документов требованиям ГОСТ Р 8.568-97 [3]. Должно устанавливаться соответствие комплекта представленных документов требованиям ГОСТ 2.601-2013 [7] или наличие Инструкции по эксплуатации фирмы-изготовителя;

- анализ метрологических характеристик, полноты и способа их выражения в документации фирмы изготовителя испытуемого средства измерений, а также документов, содержащих требования к нормированию метрологических характеристик;

- оценка метрологического обеспечения испытуемого оборудования, в том числе: анализ метрологических характеристик известного метрологического оборудования и оценка возможности применения его при аттестации; анализ соответствия методики аттестации требованиям, соответствующих НД ГСИ;

- проверка наличия в эксплуатационной или другой документации указаний по настройке и устранению возможных неисправностей испытательного оборудования;

- обоснование оптимального интервала времени периодической аттестации. Проводится определение оптимального интервала времени на основе сравнения интервалов периодической аттестации, установленных для отечественных и зарубежных аналогов, данных о надежности, данных по результатам периодической аттестации и других данных.

- проверка наличия сертификатов соответствия испытательного оборудования требованиям безопасности.

- проверка контрольно-испытательной аппаратуры на соответствие предъявляемым к ней требованиям, а также наличия документов последней ее поверки или калибровки.

Второй этап посвящен экспериментальному исследованию аппарата.

- проверка внешнего вида осуществляется в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации фирмы, также в проверке и оценке комплектности испытательного оборудования визуально;

- проверка диапазона регулирования температуры проводится в трех точках, средством измерений для измерения температуры является термометр сопротивления 1388;

- проверка абсолютной погрешности поддержания заданной температуры;

- проверка времени разогрева до номинальной температуры осуществляется в соответствии с требованиями ИЭ фирмы.

Третий этап включает в себя оформление протокола результатов аттестации и Аттестата, по форме, приведенной в ГОСТ Р 8.568-97 [3].

На основании проведенного анализа можно сделать вывод, что метрологическое обеспечение испытательного оборудования заключается в аттестации, цель которого заключается в подтверждении характеристик

оборудования и правильного функционирования. Определены требования к программам и методикам аттестации испытательного оборудования, этапам проведения первичной, периодической и повторной аттестации.

6 Разработка методики калибровки прибора «Millimar C 1208»

В соответствии с проведенными исследованиями, приведенными в разделах 2-4 настоящей работы, метрологическое обеспечение испытаний с целью определения толщины пленки из полипропилена заключается в калибровке прибора «Millimar C 1208». Калибровка проводится по методике калибровки. Вследствие этого поставленная задача данной работы заключалась в разработке методики калибровки прибора «Millimar C 1208».

Завод изготовитель нормировал метрологические характеристики прибора «Millimar C1208», которые следует подтвердить в процессе калибровки:

- диапазон измерения от 0 до 4 000 мкм;
- пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 2,0$ мкм.

С целью определения (подтверждения) данных метрологических характеристик прибора «Millimar C1208» был проведен анализ возможных средств калибровки с метрологическими характеристиками, которые позволяют определить прослеживаемость передачи единицы физической величины до национального эталона длины. С целью обеспечения прослеживаемости измерений собственная погрешность измерений у выбранных эталонов не должна делать вклад в погрешность измерений прибора «Millimar C1208». Поэтому показатели точности выбранных эталонов должны быть в два раза лучше, чем у прибора «Millimar C1208», т.е. с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений размеров не более ± 1 мкм.

Кроме того, выбранные средства калибровки должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и

иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки, поскольку прослеживаемость к национальным эталонам может быть обеспечена использованием в качестве средств калибровки поверенных средств измерений.

Для обеспечения контроля за условиями проведения калибровки были выбраны также в качестве средств калибровки необходимые средства измерений.

Проведенный анализ позволил установить средства калибровки прибора «Millimar C1208», который приведен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Средства калибровки

№	Наименование и тип средства измерений	Определяемая характеристика	Метрологические характеристики
1	Меры длины концевые плоскопараллельные № 1	Оценивание расширенной неопределенности	Диапазон измерений от 0,5 до 100 мм, класс точности 1.
2	Меры длины концевые плоскопараллельные № 16	Определение допускаемой абсолютной погрешности	Диапазон измерений от 0,991 до 1,009 мм, класс точности 1.
3	Барометр-анероид М-67	Атмосферное давление	Диапазон измерений атмосферного давления от 5 до 790 мм рт. ст., погрешность $\pm 0,8$ мм рт. ст.
4	Гигрометр психрометрический ВИТ-2	Температура окружающего воздуха, относительная влажность	Диапазон измерений температуры от 15 до 40 °С, погрешность $\pm 0,2$ °С. Диапазон измерений по «сухому» термометру свыше плюс 10 до плюс 30 °С, погрешность $\pm 6\%$
5	Мультиметр цифровой АРРА-107	Напряжение питающей сети	Верхний предел измерений напряжения питающей сети 750 В, погрешность $\pm (0,007U_{изм} + 50 \cdot k)$ В

Следующим этапом работ при разработке методики калибровки являлось определение условий проведения калибровки. При этом был проведен анализ условий эксплуатации прибора «Millimar C1208», средств калибровки, а также учтены требования [8].

С учетом проведенного анализа в методике калибровки были установлены следующие условия калибровки, для которых были выбраны соответствующие условия калибровки, приведенные в таблице 6.2:

Таблица 6.2 – Условия калибровки

– температура окружающей среды, °С	20±1;
– относительная влажность воздуха, %, не более	80;
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 97,3 до 105,3 (от 730 до 790);
– напряжение питающей сети, В	от 100 до 240;
– частота питающей сети, Гц	от 47 до 63.

Для проведения калибровки были установлены операции, приведённые в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Операции калибровки

Наименование операции	Раздел методики калибровки
1 Проверка внешнего вида, маркировки	8.1
2 Опробование	8.2
3 Определение метрологических характеристик	8.3

Проверка внешнего вида, маркировки и опробование прибора «Millimar C1208» осуществляется в соответствии с руководством по эксплуатации на прибор с целью подтверждения соответствия назначения прибора, проверки безопасности.

Определение метрологических характеристик прибора «Millimar C1208» проводят парным методом с помощью набора концевых мер плоскопараллельных № 1 и № 16. При этом составляют блок концевых мер с разностью размеров в 4 мкм, в 40 мкм и в 80 мкм. Пары составляют так, чтобы вторая концевая мера длины предыдущей пары являлась первой концевой мерой длины последующей пары. Для определения метрологических

характеристик предложено использовать пары концевых мер, указанных в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Концевые меры

Контрольная точка, мкм	Номинальная длина концевых мер длины $L_1 \dots L_n$, мм	Контрольная точка, мкм	Номинальная длина концевых мер длины $L_1 \dots L_n$, мм
+4	0,991-0,995	-4	1,003-0,999
+4	0,995-0,999	-4	0,999-0,995
+4	0,999-1,003	-4	0,995-0,991
+40	1,000-1,040	-40	1,120-1,080
+40	1,040-1,080	-40	1,080-1,040
+40	1,080-1,120	-40	1,040-1,000
+80	1,000-1,080	-80	1,240-1,160
+80	1,080-1,160	-80	1,160-1,080
+80	1,160-1,240	-80	1,080-1,000

Следующим этапом при разработке методики калибровки являлось определение модели уравнения для оценки неопределенности измерений. В результате проведенной оценки была приведена следующая модель:

$$I_E = I_{IND} + \delta I_x + \delta I_N + \delta I_V, \quad (6.1)$$

$$I_{IND} = (\sum r_i - (L_n - L_1) * 1000) / (n-1), \quad (6.2)$$

$$\delta I_V = (((L_n - L_1) * \delta \alpha_N * \delta t_S) - ((L_n - L_1) * \alpha_N * \delta t_S)), \quad (6.3)$$

где:

I_E	определяемое отклонение
L_n и L_1	действительные размеры (по свидетельству о поверке на меры длины концевые плоскопараллельные) крайних образцовых мер длины
r_i	разность показаний датчика для каждой пары мер
n	число эталонных мер
δI_x	поправка от неточности считывания с шкалы
I_{IND}	ошибка измерения при калибровке
δI_N	поправка на эталон
δI_V	поправка на оцениваемые свойства окружающей среды
$\delta \alpha_N$	коэффициент линейного расширения измерительного датчика
δt_S	максимальное изменение температуры во время калибровки;
α_N	коэффициент линейного расширения эталонных КМД

Анализ неопределенностей входных величин и корреляций.

В результате анализа выражения 1 установлены составляющие неопределенности. Предполагается, что входные величины не коррелированы.

При проведении калибровки используют индуктивный датчик Р 2004МА, который выполняет измерение толщины и передает информацию на прибор Millimar С 1208/1216 (Mahr), измерительный наконечник которого имеет низкую зависимость от коэффициента линейного расширения, следовательно вкладом значения $\delta\alpha_N$ можно пренебречь.

Для оценки неопределенности измерения прибора Millimar С1208/1216 (Mahr) используют эталонные концевые меры длины изготовленные из закаленной стали. Для которой принимается коэффициент линейного расширения равный $11,5 \cdot 10^{-6}$ 1/К. Вклад в неопределенность определяется по прямоугольному распределению:

$$u_B(\alpha_N) = \frac{11,5 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3}}, \quad (6.4)$$

В помещении где будут проводиться измерения должно быть предусмотрено кондиционирование воздуха, за счет которого температура в помещении будет находиться в пределах от 19 до 21 °С, следовательно, разность температур между прибором Millimar С1208/1216 (Mahr) и рабочим эталоном КМД будет составлять около $\pm 0,5$ К. Вклад в неопределенность определяется по прямоугольному распределению:

$$u_B(\delta t_S) = \frac{0.500}{\sqrt{3}}, \quad (6.5)$$

В процессе снятия показаний с прибора возникает неопределенность, связанная с погрешностью считывания результата измерения из-за конечного разрешения шкалы прибора, которая определяется по типу В. Точность

считываемых значений определяется как 1/2 от цены деления, которая равна 0,0002 мм, $a=0,0001$, предполагая, что распределение прямоугольное, неопределенность определяется по формуле:

$$u_B(x_{ш}) = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad (6.6)$$

Величина δI_N вносит неопределенность от измерения концевых мер длины, которая определяется по формуле:

$$u(x_{кмд}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots + u_i^2}, \quad (6.7)$$

где u_i^2 - неопределенность измерения концевых мер длины, данные берутся из протокола поверки.

Суммарная стандартная неопределенность, суммируется по формуле:

$$u_c = \sqrt{u^2(\delta I_x) + u^2(I_{IND}) + u^2(\delta I_N) + u^2(\delta t_S) + u^2(\alpha_N)}, \quad (6.8)$$

Расширенная неопределенность при доверительной вероятности $p=0,95$ и коэффициентом охвата $k=2$, рассчитывается по формуле:

$$U = 2 \times u_c, \quad (6.9)$$

Поскольку концевые меры длины имеют значительный температурный коэффициент расширения, существует неопределенность, которая возникает в их длине из-за неопределенности измерения температуры. Для того, чтобы перевести неопределенность температуры в неопределенность единиц длины, необходимо знать, как чувствительна длина измерительного блока к изменению температуры.

Коэффициент чувствительности, связанный с каждой входной оценкой x_i , обозначается c_i . Для определения коэффициента чувствительности нужно извлечь частную производную от модельной функции f по входной величине x_i . Она вычисляется по формуле:

$$C_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} |_{X_i = x_i}, \quad (6.10)$$

т.е., надо описать, как выходная оценка y изменится при соответствующем малом изменении входной оценки x_i .

Таким образом, предложено внести бюджет неопределенности по форме таблицы 6.5.

Таблица 6.5 – Бюджет неопределенности

Величина	Оценка	Стандартная неопределенность	Тип оценивания (закон распределения)	Коэффициент чувствительности	Вклад в суммарную стандартную неопределенность
I_{ND}	x_i	$u(x_i)$	Тип В, прямоуго.	$C_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$u_c = \sqrt{u^2(x_i) + u^2(x_n)}$
δI_x			Тип В, прямоуго.		
I_{IND}			Тип В, прямоуго.		
.....

Результатом проведенной работы является разработанная методика калибровки прибора «Millimar C1208». Методика калибровки была опробована на ООО «Биакспен Т» при калибровке прибора «Millimar C1208» и показала, что требования, правила и операции изложены в методике калибровки с достаточной полнотой для определения неопределенности измерений прибора «Millimar C1208» во всем диапазоне измерений.

7 Разработка программы и методики первичной и периодической аттестации испытательного оборудования

По результатам проведенных исследований, которые приведены в разделах 2, 3 и 5 настоящей работы, была разработана программа и методика аттестации испытательного оборудования сухожарового шкафа General Protocol, модели OGS / OMS. С целью определения возможности шкафа поддерживать условия испытаний температуры в заданных диапазонах с допускаемыми отклонениями в течение установленного интервала времени в соответствии с эксплуатационными документами (далее – ЭД).

В соответствии с методом испытаний на определение летучих веществ в полипропилене, который был описан в п. 3.2.1 настоящей работы, необходимо выдержать образец в сухожаровом шкафу при температуре $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 2 ч. Следовательно, при аттестации сухожарового шкафа General Protocol, модели OGS / OMS, необходимо подтвердить возможность шкафа воспроизводить температуру 103°C и поддерживать ее в течение двух часов с допускаемым отклонением $\pm 2^\circ\text{C}$. Кроме того, в эксплуатационной документации на сухожаровой шкаф General Protocol, модели OGS / OMS, изготовители установили, что нестабильность поддержания температуры в разных точках шкафа составляет: $\pm 0,3^\circ\text{C}$ для модели шкафа OMS 60 и $\pm 0,4^\circ\text{C}$ для модели шкафа OGS 60.

При разработке программы и методики аттестации сухожарового шкафа был проведен анализ средств измерений, которые можно было использовать в качестве средств аттестации. При этом основным условием выбора было следующее: погрешность средств измерений должна быть в три раза меньше, чем определяемое допускаемое отклонение воспроизведения и поддержание температуры сухожаровым шкафом $\pm 2^\circ\text{C}$, а также нестабильность поддержания температуры в разных точках шкафа $\pm 0,3^\circ\text{C}$. Такое требование необходимо с

целью исключения погрешности используемых средств измерений в методику определения температуры в сухожаровом шкафу.

В качестве средств аттестации также используются средства измерений, необходимые для контроля условий окружающей среды при проведении аттестации, поскольку если условия эксплуатации сухожарового шкафа будут нарушены, нет гарантии о его правильной работоспособности.

На основании анализа имеющихся в ФБУ «Томский ЦСМ» средств измерений, их диапазонов измерений и погрешностей измерений, возможности использования при аттестации сухожарового шкафа, были выбраны средства аттестации, приведенные в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Средства аттестации

Наименование и тип средств измерений	Определяемая характеристика	Метрологические характеристики
Барометр-анероид М-67	Атмосферное давление	Диапазон измерений атмосферного давления от 5 до 790 мм рт. ст., ПГ $\pm 0,8$ мм рт. ст.
Термогигрометр ИВА-6А-Д	Температура окружающего воздуха, относительная влажность окружающего воздуха	Диапазон измерений температуры от минус 20 до 60 °С, ПГ $\pm 0,3$ °С; диапазон измерений влажности от 0 до 98 %, ПГ $\pm 2\%$
Мультиметр цифровой АРРА-107	Напряжение питающей сети	Верхний предел измерений напряжения питающей сети 750 В, ПГ $\pm (0,007U_{\text{изм.}} + 50 \text{ кВ})$
Измеритель-регулятор температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10	Определение значений температуры	Диапазон измерений от минус 200 до плюс 962 °С, ПГ $\pm (0,004 + 10^{-5}t)$ °С
Термометр сопротивления из платины виброустойчивый ПТСВ-2-3	Определение значений температуры	Диапазон измерений от минус 200 до плюс 200 °С, ПГ $\pm (0,1 + 0,0017 t)$ °С
Секундомер СОСпр-26-2	Определение времени выхода на режим заданной температуры	Предел измерений 30'30", ПГ $\pm 0,6$ с

Следующим этапом работ при разработке программы и методики аттестации являлось определение условий проведения аттестации. Следовало учесть условия эксплуатации сухожарового шкафа General Protocol, модели OGS / OMS, и выбранных средств аттестации. Связано это с тем, что отличные от установленных изготовителем условия эксплуатации могут привести к поломке оборудования. Кроме того, у многих средств измерений нормируется дополнительная погрешность измерений, связанная с отклонением температуры окружающей среды при эксплуатации, отличной от нормальных условий. В частности у выбранного термометра сопротивления из платины виброустойчивого ПТСВ-2-3 нормирована дополнительная погрешность измерений, связанная с изменением температуры окружающей среды, и увеличивается на каждые 10°С. Это может привести к тому, что погрешность измерений термометра сопротивления из платины виброустойчивого ПТСВ-2-3 будет больше, чем допустимые $\pm 0,3^{\circ}\text{C}$ с целью исключения ее вклада в методику определения температуры в сухожаровом шкафу. Таким образом, анализ условий эксплуатации были приняты условия аттестации, которые приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Условия аттестации

-температура воздуха, °С	от 15 до 35;
- относительная влажность при 25°С, %	от 45 до 80;
- атмосферное давление, мм рт .ст.	от 630,00 до 802,5;
- напряжение питающей сети, В	от 198 до 242;
- частота напряжения, Гц	от 49 до 51.

Аттестация проводится в чистом помещении при отсутствии сквозняков. Сухожаровой шкаф должен быть установлен на прочном, устойчивом к вибрации, основании (подставка, лабораторный стол).

На следующем этапе работы устанавливаются требования по обеспечению безопасности. Во-первых, при подготовке аттестации следует соблюдать требования правил технической безопасности при работе с инструментом и приспособлениями, требования безопасности и производственной санитарии, установленные в ЭД на шкаф и средства измерений, применяемые при аттестации. Во-вторых, к работе допускаются лица, прошедшие инструктаж по

безопасной эксплуатации оборудования и ознакомившиеся с руководством по эксплуатации шкафа.

Для проведения аттестации были установлены операции, приведенные в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Операции аттестации

Наименование операции	Значение технических характеристик	Операции при аттестации	
		первичной	периодической
Внешний осмотр	–	да	да
Опробование	–	да	да
Проверка времени выхода на режим заданной температуры	в соответствии с ЭД	да	да
Проверка времени восстановления температуры в рабочем объеме шкафа при открывании двери в течение 30 с	в соответствии с ЭД	да	да
Проверка воспроизведения температуры в рабочем объеме шкафа	в соответствии с ЭД	да	да
Проверка нестабильности поддержания температуры в рабочем объеме шкафа	в соответствии с ЭД	да	да
Оформление результатов аттестации	–	да	да

Далее была разработана методика аттестации, которая включает конкретное описание установленных операций.

Внешний осмотр должен проводиться перед включением шкафа и должны проверяться: соответствие комплектности и маркировки шкафа ЭД, отсутствие нарушения изоляции токоподводящих цепей, целостность вилок, разъемов, контактов заземления, герметичность и правильное расположение уплотнения на передней раме шкафа, надежность установки полок, отсутствие механических повреждений, влияющих на работу шкафа.

При опробовании проверяется возможность включения и выключения, а также работоспособность органов управления и регулирования, исправность световой индикации.

Время выхода на режим заданной температуры не должно превышать 18 минут для модели шкафа OMS 60 и не более 25 мин. для модели OGS 60, что установлено в эксплуатационной документации изготовителем.

Время восстановления температуры в рабочем объеме шкафа при открывании двери в течении 30 секунд не должно превышать 5 минут для модели шкафа OMS 60 и не более 8 мин. для модели OGS 60.

Для проведения измерений температуры необходимо было обозначить число точек измерений, чтобы оценить возможность сухожарового шкафа поддерживать температуру во всем полезном объеме, и проверить нестабильность поддержания температуры, которую установил изготовитель. Используя рекомендации ГОСТ Р 53618-2009 [5] было выбрано три точки измерений температуры, поскольку объем камеры не большой. Для каждой точки измерений было предложено установить термометр сопротивления из платины виброустойчивый ПТСВ-2-3 в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5.

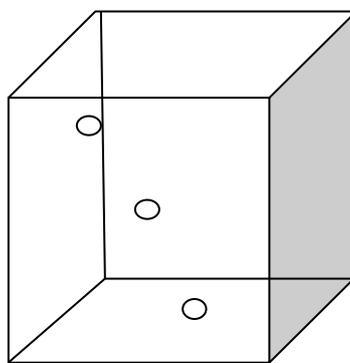


Рисунок 5 – Схема расположения термометров сопротивления ПТСВ-2-3

После установления заданной температуры заполняется 5 последовательных считываний показаний всех трех термометров сопротивления с интервалом измерений 10 минут.

По результатам измерений значений температуры в рабочем объеме шкафа вычисляется среднее значение в каждой j точке по формуле:

$$T_{ji\text{ ср}} = \frac{\sum T_{ji}}{5}, \quad (7.1)$$

где T_{ji} – значение температуры в j -ой точке объема шкафа при i -ом измерении, °C;

$T_{зад}$ – заданное значение температуры, °C;

j – номер точки объема шкафа, в которой проводились измерения температуры ($j=1,2,3$);

i – номер измерений ($i=1,2,..5$).

А также определяется среднее значение температуры в рабочем объеме шкафа, °C, по следующей формуле:

$$T = \frac{\sum T_{j\text{ ср}}}{3}, \quad (7.2)$$

где T – среднее значение температуры в рабочем объеме шкафа,

$T_{j\text{ ср}}$ – среднее значение температуры в j -ой точке рабочего объема шкафа, °C.

При этом если отклонение среднего значения температуры в рабочем объеме шкафа от заданной температуры не превышает $\pm 2^\circ\text{C}$, то результат проверки считается положительным.

Нестабильность поддержания температуры определить в каждой j -ой точке по формуле:

$$T_i = T_i \text{ max} - T_i \text{ min}, \quad (7.3)$$

T_i – нестабильность показаний в i -той точке;

$T_i \text{ max}$ – максимальное i -ое значение температуры в j -той точке;

$T_i \text{ min}$ – минимальное i -ое значение температуры в j -той точке.

Результат проверки считается положительным, если значение T_i не превышает $\pm 0,3$ °С для модели шкафа OMS 60 и $\pm 0,4$ °С для модели шкафа OGS 60.

В результате работы была разработана программа и методика аттестации сухожарового шкафа General Protocol, серии OGS и OMS. Данная программа и методика аттестации прошла опробование на ООО «Биакспен-Т», где успешно была проведена аттестация двух сухожаровых шкафов General Protocol модели OMS 60 и OGS 60, и показала правильность выбранных положений и работоспособность документов.

8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Технико-экономическое обоснование научно-исследовательских работ проводится с целью определения и анализа трудовых и денежных затрат, направленных на их реализацию, а также уровня их научно-технической результативности.

Объектом диссертации является работа, направленная на разработку методики калибровки. Тема диссертации посвящена исследованию метрологического обеспечения испытания полипропилена. В процессе работы производились теоретические, экспериментальные исследования методики калибровки с учетом оценки неопределенности.

8.1 Организация и планирование работ

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

На данном этапе составляется полный перечень проводимых работ, и определяются их исполнители и оптимальная продолжительность. Линейный график является наиболее удобным, простым и наглядным способом для этих целей. Для его построения составим перечень работ и соответствие работ своим исполнителям, продолжительность выполнения этих работ и сведем их в таблицу 8.1

Таблица 8.1 – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка целей и задач, получение исходных данных	НР	НР – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 30% И – 100%
Изучение методики калибровки	НР, И	НР – 10% И – 100%
Оценка неопределенности измерений	НР, И	НР – 10% И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

8.1.1 Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ осуществляется двумя методами:

- опытно-статистическим;
- технико-экономическим.

В данном случае используем опытно-статистический метод, который реализуется двумя способами:

- аналоговый;

– вероятностный.

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ $t_{ож}$ применяется вероятностный метод – метод двух оценок t_{min} и t_{max} :

$$t = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5} \quad (8.1)$$

где t_{min} – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

t_{max} – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{РД} = \frac{t_{ож}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д} \quad (8.2)$$

где $t_{ож}$ – трудоемкость работ, чел/дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ ($K_{ВН} = 1$);

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсации и согласование работ ($K_{Д} = 1, 2$).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (8.3)$$

где $T_{РД}$ – продолжительность выполнения этапа в рабочих днях;

$T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{КАЛ}}{T_{КАЛ} - T_{ВД} - T_{ПД}} \quad (8.5)$$

где $T_{КАЛ}$ – календарные дни ($T_{КАЛ} = 366$);

$T_{ВД}$ – выходные дни ($T_{ВД} = 52$);

$T_{ПД}$ – праздничные дни ($T_{ПД} = 12$).

$$T_K = \frac{366}{366-52-12} = 1,212 \quad (8.6)$$

В таблице 8.2 приведены длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 8.2 – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.			
					$T_{РД}$		$T_{КД}$	
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Постановка целей и задач	НР, И	2	4	2,8	3,36	-	4,07	-
Изучение области исследования по тематике	И	5	10	7	-	8,4	-	10,18
Разработка календарного плана	И	1	2	1,4	1,68	0,168	2,03	0,2
Изучение литературы	И	10	15	12	-	14,4	-	17,45
Проведение сравнительного анализа существующих методов и подходов	И	5	7	5,8	0,696	6,96	0,84	8,4
Выбор основания и направления исследований	НР, И	2	3	2,4	2,88	2,016	3,49	2,44
Изучение методики калибровки	И	15	30	21	-	25,2	-	30,5
Оценка неопределенности измерений	НР, И	2	3	2,4	-	2,88	-	3,49
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	12	15	13,2	-	15,84	-	19,1
Составление презентации	И	3	6	4,2	-	5,04	-	6,1
Подведение итогов	НР, И	1	2	1,4	1,008	1,68	1,22	2,03
Итого:				73,6	9,624	82,584	11,65	98,9

Таблица 8.3 – Линейный график работ

Этап	Март			Апрель			Май			Июнь	
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
1	■										
2		■									
3			■								
4				■							
5					■						
6						■					
7							■				
8								■			
9									■		
10										■	
11											■

НР- ■ И- ■

8.1.2 Расчет нарастания технической готовности работ

Величина нарастания технической готовности работы показывает, на сколько процентов выполнена работа на каждом этапе. Данная величина вычисляется по формуле:

$$H_i = \frac{t_{Hi}}{t_0} \cdot 100\% \quad (8.7)$$

где t_{Hi} – нарастающая трудоемкость с момента начала работы i -го этапа;
 t_0 – общая трудоемкость.

Общая трудоемкость вычисляется по формуле:

$$t_0 = \sum_{i=1}^n t_{ожi} \quad (8.8)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая продолжительность i -го этапа.

Удельный вес каждого этапа Y_i определяется по формуле:

$$Y_i = \frac{t_{ожi}}{t_0} \cdot 100\% \quad (8.9)$$

Результаты вычислений H_i и Y_i отражены в таблице 8.2.

Таблица 8.4 – Нарастание технической готовности работы и удельный вес каждого этапа

Этап	H_i , %	Y_i , %
Постановка целей и задач	3,8	3,8
Изучение области исследования по тематике	13,32	9,5
Разработка календарного плана	15,22	1,9
Изучение литературы	31,52	16,3
Проведение сравнительного анализа существующих методов и подходов	39,4	7,9
Выбор основания и направления исследований	42,66	3,3
Изучение методики калибровки	71,19	28,5
Оценка неопределенности измерений	74,47	3,3
Оформление расчетно-пояснительной записки	92,39	17,9
Составление презентации	98,1	5,7
Подведение итогов	100	1,9

8.2 Расчет сметы затрат

8.2.1 Расчет основной заработной платы

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера, а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$\text{Дневная з/плата} = \frac{\text{Месячный оклад}}{24,83 \text{ дней}}$$

Расчеты затрат на основную заработную плату приведены в таблице 3. При расчете учитывалось, что в году 302 рабочих дня и, следовательно, в месяце 25,17 рабочих дня. Затраты времени на выполнение работы по каждому исполнителю брались из таблицы 8.2. Также был принят во внимание коэффициент, учитывающий коэффициент по заработной плате $K_{\text{доп.ЗП}} = 1,188$ и районный коэффициент:

$$K_p = 1,3 \quad (K = K_{\text{пр}} * K_{\text{ЗП}} * K_p) = 1,1 * 1,188 * 1,3 = 1,699.$$

При шестидневной рабочей неделе $K_p = 1,62$.

Таблица 8.5 – Затраты на основную заработную плату

Исполнитель	Оклад, руб./мес.	Среднедневная ставка, руб./раб.день	Затраты времени, раб.дни	Коэффициент	Фонд з/платы, руб.
НР	12834	516,8	10	1,699	8780,432
И	7130	287,1	83	1,62	38603,46
Итого:					47383,9

Таким образом, затраты на основную заработную плату составили:

$$C_{\text{осн}} = 47383,9 \text{ руб.}$$

8.2.2 Расчет отчислений от заработной платы

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления по заработной плате определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{соц}} = K_{\text{соц}} \cdot C_{\text{осн}} \quad (8.10)$$

где $K_{\text{соц}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы. Данный коэффициент составляет 30% от затрат на заработную плату и включает в себя:

- 1) отчисления в пенсионный фонд;
- 2) на социальное страхование;
- 3) на медицинское страхование.

Итак, отчисления из заработной платы составили:

$$C_{\text{соц}} = 0,3 * 47383,9 = 14215,17. \quad (8.11)$$

8.2.3 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов включает в себя затраты на электроэнергию при работе оборудования, а также затраты на электроэнергию, потраченную на освещение. Затраты на электроэнергию при работе оборудования для технологических целей рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{об}} = P_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}} \quad (8.12)$$

где $\mathcal{E}_{\text{об}}$ – затраты на электроэнергию, потребляемую оборудованием, руб.;

$P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тарифная цена за 1 кВт·час, $Ц_{\text{э}} = 5,257$ руб/кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Время работы оборудования вычисляется на основе данных для $T_{\text{рд}}$ таблицы 1 для инженера из расчета, что продолжительность рабочего дня равна 8 часов.

Мощность, потребляемая оборудованием, определяется по формуле:

$$P_{\text{об}} = P_{\text{уст.об}} \cdot K_{\text{с}} \quad (8.13)$$

где $P_{\text{уст.об}}$ – установленная мощность оборудования, кВт;

$K_{\text{с}}$ – коэффициент спроса, зависящий от количества, загрузки групп электроприемников.

Для технологического оборудования малой мощности $K_{\text{с}} = 1$.

Затраты на электроэнергию для технологических целей приведены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Затраты на электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об}}$, кВт	Затраты $C_{\text{об}}$, руб.
Персональный компьютер	664*0,6	0,3	628,32
Итого:			628,32

8.2.4 Расчет амортизационных расходов

В статье «Амортизационные отчисления» от используемого оборудования рассчитывается амортизация за время выполнения работы для оборудования, которое имеется в наличии.

Амортизационные отчисления рассчитываются на время использования ЭВМ по формуле:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_{\text{а}} * C_{\text{об}} * t_{\text{рф}} * n}{F_{\text{д}}} \quad (8.14)$$

где: $N_{\text{а}}$ – годовая норма амортизации, $N_{\text{а}} = 25\%$;

$C_{\text{ОБ}}$ – цена оборудования, $C_{\text{ОБ}} = 25000$ руб.;

$F_{\text{Д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени, $F_{\text{Д}} = 2416$ часов;

$t_{\text{ВТ}}$ – время работы вычислительной техники при создании программного продукта, $t_{\text{ВТ}} = 664$ часа;

n – число задействованных ПЭВМ, $n = 1$.

Итак, затраты на амортизационные отчисления составили:

$$C_{\text{ам}} = \frac{0,25 \cdot 25000 \cdot 664}{2416} = 1717,71 \text{ руб.}$$

8.2.5 Расчет прочих расходов

В статье «Прочие расходы» отражены расходы на разработку проекта, которые не учтены в предыдущих статьях.

Прочие расходы составляют 10 % от единовременных затрат на выполнение технического продукта и проводятся по формуле:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = (C_{\text{ОСН}} + C_{\text{СОЦ}} + C_{\text{ЭЛ.ОБ}} + C_{\text{АМ}}) \cdot 0,1 \quad (8.15)$$

$$C_{\text{ПРОЧ}} = (47383,9 + 14215,17 + 628,32 + 1717,71) \cdot 0,1 = 6394,51.$$

8.2.6 Расчет общей себестоимости разработки

Проведя расчет сметы затрат на разработку, можно определить общую стоимость разработки проекта.

В таблице 8.7 приведена смета затрат на разработку проекта.

Таблица 8.7 – Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Основная заработная плата	$C_{\text{осн}}$	47383,9
Отчисления в социальные фонды	$C_{\text{соц}}$	14215,17

Продолжение таблицы 8.7

Расходы на электроэнергию	$C_{эл.}$	628,32
Амортизационные отчисления	$C_{ам}$	1717,71
Прочие расходы	$C_{проч}$	6394,51
Итого:		70339,61

Таким образом, расходы на разработку составили $C = 70339,61$ руб.

8.2.7 Прибыль

Прибыль составляет 14067,9 рубля (20 %) от расходов на разработку.

8.2.8 НДС

НДС составляет 18% от суммы затрат на разработку. Сумма НДС составила 15193,35 рубля.

8.3 Оценка экономической эффективности проекта

Экономический эффект разработанной методики калибровки характеризуется получением дополнительной прибыли, так как увеличение точности расчетов калибровки может привести к расширению клиентской базы, а также поможет предприятию выйти на международный уровень.

9 Социальная ответственность

9.1 Описание рабочего места

Согласно стандарту ICCSR26000:2011, социальная ответственность – это ответственность организации за воздействие ее деятельности и решений на общество и окружающую среду через прозрачное и этическое поведение, которое:

- приспособляет к устойчивому развитию, включая здоровья и благополучие общество;
- соответствует законодательству, а также соответствует международным нормам поведения;
- принимает к сведению ожидания заинтересованных сторон;
- интегрировано в деятельность всей организации и применяется в ее взаимоотношениях.

Данная деятельность включает в себя продукты, процессы и услуги. Взаимоотношения относятся к деятельности организации в рамках ее сферы влияния.

Объектом диссертации является работа, направленная на разработку и аттестацию методики калибровки. Тема диссертации посвящена метрологическому обеспечению испытания полипропилена.

В данной главе рассмотрено рабочее место на ФБУ «Томский ЦСМ», на котором проводились научно-исследовательские работы по теме магистерской диссертации. Работа проводилась с использованием персонального компьютера.

Под проектированием рабочего места понимается целесообразное пространственное размещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях функционально взаимоувязанных средств производства (оборудования,

оснастки, предметов труда и др.), необходимых для осуществления трудового процесса.

При проектировании рабочих мест должны быть учтены освещенность, температура, влажность, давление, шум, наличие вредных веществ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест, а также необходимо уделить внимание охране окружающей среды.

9.2 Анализ выявленных вредных проявлений факторов производственной среды

На рабочем месте, где находятся персональные компьютеры, могут быть следующие вредные факторы:

- производственный шум;
- недостаточная освещенность;
- электромагнитные поля;
- напряженность труда;
- микроклимат;

9.2.1 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума – это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц. Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83.

Уровни шума на рабочих местах пользователей персональных компьютеров не должны превышать значений 50 дБА.

Снизить уровень шума в помещении можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 Гц для отделки помещений (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтвержденных специальными акустическими расчетами. Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15 – 20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

9.2.2 Освещенность

Недостаток освещенности рабочего места утомляет не только зрение, но и вызывает утомление организма в целом. Неправильное освещение может быть причиной травматизма: плохо освещенные опасные зоны, слепящие лампы, резкие тени ухудшают или вызывают полную потерю зрения, ориентации.

Освещенность на рабочем месте должна соответствовать гигиеническим нормам. Увеличение освещенности рабочей поверхности до определенного предела улучшает видимость объекта, увеличивает скорость различения предметов и повышает производительность труда. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа равна 300 - 500 лк. Освещение не создает бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана равна примерно 300 лк. Яркость на рабочей поверхности и в пределах окружающего пространства должна распределяться по возможности равномерно, так как при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность и наоборот глаз должен адаптироваться, что вызывает

его утомление. Равномерному распределению яркости способствует светлая окраска потолка, стен, оборудования. Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях составляет не более 200 кд/м². Все описанные показатели соблюдают нормы СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 [9].

9.2.3 Электромагнитные поля

Статическому электричеству присуще свойство накапливаться в человеке, что ведет к таким проблемам как раздражительность, плохой сон, психологическим заболеваниям, склонность к артериальной гипертензии.

Электромагнитное излучение приводит к биохимическим изменениям, происходящих в клетках и тканях человека. Особое воздействие оказывается на нервную и сердечнососудистую систему человека. Так же возможны отклонения со стороны эндокринной системы человека. Это влияет на общее состояние человека, повышается возбудимость нервной системы, проявляется эмоциональная неустойчивость.

Оценка величины уровней ЭМП, проведенная по паспортным данным компьютера и монитора, показала их соответствие нормам ТСО–03 и СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [9]. В таблице 9.1 приведены нормы уровня ЭМП, которым соответствует техника в офисе.

Таблица 9.1 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПК

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	Напряженность электрического поля
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	-

Продолжение таблицы 9.2

Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	Плотность магнитного потока
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	-
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

9.2.4 Напряженность труда

Напряженность труда возникает вследствие того, что работа при написании магистерской диссертации проходит в основном за компьютерным столом, приводя к усталости к концу рабочего дня, к слезоточивости глаз, к головным болям и к снижению работоспособности - все эти факторы отрицательно влияют на состояние здоровья.

К мероприятиям компоновки рабочей зоны относятся эргономические требования. Эргономическими требованиями рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т.д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость рабочего места и его элементов.

Главными элементами рабочего места являются письменный стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Кресло обеспечивает физиологически рациональную рабочую позу, при которой не нарушается циркуляция крови и не происходит других вредных

воздействий. Для этого у кресла есть спинка анатомической формы, которая уменьшит нагрузку на позвоночник. Также для того чтобы снимать нагрузку с мышц плечевого пояса у кресла имеются подлокотники и имеет возможность поворота, изменения высоты и угла наклона сиденья и спинки.

Работа с вводом информации. Неправильное положение рук при печати на клавиатуре приводит к хроническим растяжениям кисти. Необходимо держать локти параллельно поверхности стола и под прямым углом к плечу, поэтому клавиатура должна располагаться в 10-15 см (в зависимости от длины локтя) от края стола. В этом случае нагрузка приходится не на кисть, в которой вены и сухожилия находятся близко к поверхности кожи, а на часть локтя.

На рабочем месте присутствует современная, эргономичная модель, которая имеет оптимальную площадь для клавиатуры за счет расположения монитора в самой широкой части стола. Глубина стола позволяет полностью положить локти на стол, отодвинув клавиатуру к монитору. Мышь с формой, уменьшающей усталость кисти при длительной работе.

Расположение монитора. Рекомендуется держать монитор на расстоянии вытянутой руки. Но при том, что человек должен иметь возможность сам решать, насколько далеко будет стоять монитор. Именно поэтому конструкция современных столов позволяет менять глубину положения монитора в широком диапазоне. Верхняя граница на уровне глаз или не ниже 15 см ниже уровня глаз.

Положение за компьютером. Регулируемое оборудование должно быть таким, чтобы можно было принять следующее положение:

- поставить ступни плоско на пол или на подножку.
- слегка выгнуть поясницу, опираясь на спинку кресла.
- удобно расположить руки по сторонам.
- линию плеч расположить прямо над линией бедер.
- предплечья положить на мягкие подлокотники на такой высоте, чтобы запястья располагались чуть ниже, чем локти.

- локти согнуть и расположить примерно в 3 см от корпуса.
- запястья ни подняты, ни опущены.

В век компьютеризации техника развивается особенно стремительно, появляются и устаревают различные технические решения и стандарты.

9.2.5 Микроклимат

Научные исследования, проводимые в ходе подготовки магистерской диссертации, согласно СанПиН 2.2.4.548-96. 2.2.4. «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы», относятся к категории работы Ia с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), т.к. работы проводились в основном сидя и сопровождались незначительными физическими напряжениями.

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) температура воздуха;
- 2) относительная влажность воздуха;
- 3) скорость движения воздуха.

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочем месте соответствуют величинам, приведенным в таблице 9.2, применительно к выполнению работ категории Ia в холодный и теплый периоды года.

Таблица 9.2 – Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относит. влажность воздуха, %	Скорость движения, м/с
Холодный	Ia	22 – 24	21 – 25	60 – 40	0.1
Теплый	Ia	23 – 25	22 – 26	60 – 40	0.1

Для оптимизации микроклимата и состава воздуха на рабочих местах обеспечены надлежащий воздухообмен и отопление, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и трубопроводов. Для повышения влажности воздуха в помещении рекомендуется применять увлажнители воздуха.

9.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды

Данный раздел описывает различного рода опасные факторы, к которым можно отнести следующее:

- механические опасности;
- термические опасности;
- электробезопасность;
- пожаровзрывобезопасность.

К механическим опасностям, которые возникают при работе с ПК в кабинете относятся: столы, стулья, мониторы, кондиционеры, а так же радиаторы отопления. При работе с вышеописанными предметами, чтобы не было механических травм, нужно соблюдать простые инструкции:

- отключать оборудование перед перемещением;

– не переставлять и не поднимать мебель и оборудование без согласования с руководством;

– не пытаться починить оборудование самостоятельно.

Термические опасности в кабинете могут быть связаны с источниками бесперебойного питания, ПК, радиаторами отопления. Чтобы избежать термические опасности нужно соблюдать следующие правила безопасности:

– не сливать воду с радиаторов отопления;

– не разбирать технику во включенном состоянии.

Электробезопасность является опасным фактором, так как в помещениях имеются различные электрические приборы и установки, которые могут причинить опасность поражения электрическим током. Обычно они связаны со следующими источниками:

- поражение электрическим током;

- статическое электричество;

- молниезащита.

В целях безопасности при работе в помещении запрещается:

- использовать для подключения нестандартные разъемы;

- проводить ремонт оборудования при включенном состоянии;

- самостоятельно открывать крышку мониторов и системных блоков компьютеров;

- для безопасности во время гроз необходимо удостовериться о наличие молниеотвода, и того факта что все розетки в офисном помещении заземлены.

Пожаровзрывобезопасность характеризуется следующими причинами:

- возгорание на рабочем месте в связи с коротким замыканием;

- возгорание на рабочем месте в связи с неправильным обращением с огнем.

Помещение оснащено пожарной сигнализацией и датчиками дыма.

При невозможности самостоятельно потушить пожар необходимо вызвать пожарную команду, после чего поставить в известность о случившемся инженера по технике безопасности [10].

9.4 Охрана окружающей среды

Под охраной окружающей среды понимается комплекс мер, предназначенных для ограничения отрицательного влияния человеческой деятельности на следующие природные зоны:

- селитебная зона;
- атмосфера;
- гидросфера;
- литосфера.

Под селитебной зоной понимается территория, занятая спортивными сооружениями, зелеными насаждениями, жилыми зданиями и местами отдыха населения. Так как наше помещение находится в учебном корпусе, и рядом нет никаких предприятий, которые выбрасывают вредные вещества в окружающую среду, нет необходимости производить защиту рабочей зоны.

При рассмотрении влияния ПК на атмосферу и гидросферу можно выделить несколько вредных выбросов и сбросов, а именно электромагнитное излучение и тепловое излучение, методы, устранения которых описаны выше в пунктах опасные и вредные факторы.

Воздействие на литосферу сводится к обычному бытовому мусору. В помещении имеются мусорные контейнеры, куда выбрасываются все отходы. В помещении нет отходов, которые нуждаются в специальной утилизации. Если в случае выхода из строя ПК, они списываются и отправляются на специальный склад, который при необходимости принимает меры по утилизации списанной техники и комплектующих.

9.5 Защита в чрезвычайных ситуациях

На таком объекте как офисное помещение могут возникнуть такие чрезвычайные ситуации (ЧС) как:

- техногенные;
- экологические;
- природные.

Рассмотрим наиболее типичную ЧС, такую как пожар в офисном помещении. Эта ЧС может произойти в случае замыкания электропроводки оборудования, обрыву проводов, не соблюдению мер пожаробезопасности в офисе и т.д. Для того что бы избежать возникновения пожара необходимо проводить следующие профилактические работы, направленные на устранение возможных источников возникновения пожара: - периодическая проверка проводки; - проведение инструктажа офисных работников о пожаробезопасности. Для того что бы увеличить устойчивость офисного помещения к ЧС необходимо устанавливать системы противопожарной сигнализации, реагирующие на дым и другие продукты горения, установка огнетушителей, обеспечить офис и проинструктировать рабочих о плане эвакуации из офиса, а также назначить ответственных за эти мероприятия. Периодически проводить ложные тревоги, для проверки готовности офиса к ЧС. В ходе осмотра офисного помещения были выявлены системы, сигнализирующие о наличие пожара или задымленности помещения, наличие огнетушителей и средств тушения пожара (ведра, лопаты и песок, находящиеся в специально оборудованном шкафу, окрашенному в красный цвет). Также, ответственные за пожарную безопасность и охрану труда, периодически проводятся инструктажи и учебные тревоги. В случае возникновения ЧС как пожар, необходимо предпринять меры по эвакуации персонала из офисного помещения в соответствии с планом эвакуации. При отсутствии прямых угроз здоровью и жизни произвести попытку тушения, возникшего возгорания

огнетушителем. В случае потери контроля над пожаром, необходимо эвакуироваться вслед за сотрудниками по плану эвакуации и ждать приезда специалистов, пожарников. При возникновении пожара должна сработать система пожаротушения, издав предупредительные сигналы, и передав на пункт пожарной станции сигнал о ЧС, в случае если система не сработала, по каким-либо причинам, необходимо самостоятельно произвести вызов пожарной службы по телефону 101, сообщить место возникновения ЧС и ожидать приезда специалистов.

9.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В соответствии Трудовым Кодексом РФ и правовыми нормами обеспечения безопасности предусмотрена рациональная организация труда в течение смены, которая предусматривает:

- длительность рабочей смены не более 8 часов;
- установление двух регламентируемых перерывов (не менее 20 минут после 1-2 часов работы, не менее 30 минут после 2 часов работы);
- обеденный перерыв не менее 40 минут.

При приеме на работу обязательный медицинский осмотр и периодический во время работы.

Каждый сотрудник должен пройти инструктаж по технике безопасности перед приемом на работу и в дальнейшем, должен быть пройден инструктаж по электробезопасности и охране труда.

Оплата труда, социальные пособия, дополнительные выплаты устанавливаются в соответствии со степенью вредности и опасности выполняемых обязанностей.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были исследованы элементы метрологического обеспечения испытаний полипропилена с использованием процессного и системного подходов, а также реализовано повышение эффективности метрологического обеспечения испытаний.

Был проведен анализ законодательства Российской Федерации и Республики Казахстан в области единства измерений. В результате чего были выявлены разногласия в определениях и требованиях к эталонам единиц величин и средствам измерений, утверждению их типа, проведении калибровки.

Также в результате проведенных исследований выявлены основные задачи метрологического обеспечения испытаний полипропилена, исследованы элементы метрологического обеспечения испытаний. Что показало необходимость разработки методики калибровки толщиномера «Millimar C 1208 (Mahr)», программы и методики аттестации на сухожаровой шкаф Heratherm General Protocol серии OGS и OMS.

Все разработанные документы прошли опробование на ООО «Биакспен-Т», результаты показали правильность выбранных положений, работоспособность документов.

Полученные результаты работы позволили повысить эффективность метрологического обеспечения испытаний полипропилена и получить информацию о качестве и безопасности полипропилена с достоверной информацией.

Также в ходе выполнения выпускной квалификационной работы было проведено технико-экономическое обоснование, включающее перечень этапов работ и их продолжительности. Составлена смета затрат на выполнение проекта и подсчитана себестоимость выполненной разработки. Также

произведена оценка научно-технического уровня научно-исследовательской работы.

В разделе социальная ответственность приведены факторы, наносящие вред здоровью человека, также отображены основные нормы окружающей среды и описана техника безопасности при работе с персональным компьютером.

Список использованных источников

1. Н.П.Пикула. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие / Н.П. Пикула, А.А. Бакибаев, О.А. Замараева, Е.В. Михеева, Н.Н. Чернышова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 185 с.
2. ГОСТ 26996-86. Полипропилен и сополимеры пропилена. Технические условия.
3. ГОСТ Р 8.568-97 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
4. РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
5. ГОСТ Р 8.879-2014 ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению.
6. ГОСТ ИСО/МЭК 17025 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
7. ГОСТ 2.601-2013 ЕСКД. Эксплуатационные документы.
8. ГОСТ 8.395-80 ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.
9. СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы».
10. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2003.
11. РМГ 43-2001 ГСИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений», Минск, 2001. – 26 с.
12. РМГ 29-99 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения, Москва, 1999 г.

13. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об обеспечении единства измерений".
14. Закон Республики Казахстан от 7 июня 2000 года № 53-11 «Об обеспечении единства измерений».
15. ГОСТ Р 53618-2009. Требования к характеристикам камер для испытаний технических изделий на стойкость к внешним воздействующим факторам. Методы аттестации камер (без загрузки) для испытаний на стойкость к воздействию температуры.
16. ГОСТ 51000.4-2011. Общие требования к аккредитации испытательных лаборатории.
17. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности упаковки" (ТР ТС - 005 - 2011).
18. Руководство по эксплуатации прибора «Millimar С 1208».
19. Международный словарь основных и общих терминов в метрологии. «International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology» 2nd edition (VIM 2).
20. JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement. Geneva. 2008.
21. Федеральный закон № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».
22. РМГ 115-2011 ГСИ. Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности.

Приложение А
(Обязательное)

Сравнение законодательств РФ №102-ФЗ и Закон РК №53-11

Показатели	Закон Российской Федерации №102-ФЗ	Закон Республики Казахстан №53-11	Комментарий
1.Общая характеристика закона	Закон не прямого действия. Применяется совместно с рядом Постановлений Правительства и Указом Президента Российской Федерации	Закон прямого действия	—
2.Функция выработки государственной политики и нормативно-правового регулирования	Выполняет Минпромторг России	Обе функции выполняет Государственный комитет по стандартизации	—
3.Функция оказания государственных метрологических услуг	Выполняет Росстандарт		
4. Наименование и содержание области государственного регулирования ОЕИ	Сфера государственного регулирования ОЕИ (СГР ОЕИ)	Сфера государственного метрологического контроля (СГМК)	—
	По содержанию области государственного регулирования в основном совпадают, кроме области и безопасности, которая определена как:		
	Осуществление деятельности в области обороны и безопасности	Производство вооружения, военной и специальной техники	

5.Формы регулирования ОЕИ	<u>В СГР ОЕИ:</u> – утверждение типа стандартных образцов (СО) и средств измерений (СИ);	<u>В СГМК:</u> – утверждение типа СИ, метрологическая аттестация СИ;	
	– поверка СИ;	– поверка СИ;	
	– аттестация методик измерений (МИ);	– метрологическая аттестация МИ;	
	– аккредитация;	– аккредитация;	
	– федеральный государственный метрологический надзор;	– государственный метрологический контроль;	
	–	– лицензирование производства и ремонта СИ;	
	– метрологическая экспертиза	–	
	<u>Вне СГР ОЕИ:</u> – Калибровка СИ	<u>Вне СГМК:</u> – Калибровка СИ	
6.Понятие калибровка СИ	Установление действительных значений метрологических характеристик СИ	Установление действительных значений метрологических характеристик СИ и (или) пригодности их к применению	Определение понятия «калибровки» в законодательстве Республики Казахстан соответствует Закону РФ «Об обеспечении единства измерений» 1993 г. и объективно отражает тот факт, что по результатам калибровки всегда принимается решение о пригодности СИ для конкретных измерительных задач.
7.Статус калибровки	СИ, не предназначенные для применения в СГР ОЕИ, <u>могут в добровольном порядке</u> калиброваться	СИ, не подлежащие поверке, калибруются при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту и при	Статус калибровки в законодательстве Республики Казахстан существенно отличается от законодательства Российской Федерации. В нем калибровка СИ

		эксплуатации	применяется наряду с поверкой, а не как добровольная процедура. Нарушение единства измерений вне СГР ОЕИ из-за добровольности калибровки приведет к существенному ухудшению качества и конкурентоспособности отечественной продукции, что особенно неприемлемо в условиях вступления России в ВТО и создания Таможенного союза
8. Аккредитация предусмотрена на выполнение:	– испытаний СО и СИ; – поверки СИ; – аттестации МИ; – обязательной метрологической экспертизы; – калибровки СИ (в добровольном порядке)	– поверки СИ и эталонов; – калибровки СИ; – метрологической аттестации МИ	Отсутствие в законодательстве Российской Федерации аккредитации на выполнение калибровки СИ и оценки соответствия эталонов наряду с добровольностью калибровки СИ отрицательно влияет на обеспечение единства измерений, формирующее качество и конкурентоспособность отечественной продукции
9. Аккредитация не предусмотрена на выполнение:	– оценки соответствия (аттестации) эталонов		
10. Аккредитация в области ОЕИ осуществляется (будет осуществляться)	Национальным органом по аккредитации в единой национальной системе аккредитации в соответствии с законодательством Российской Федерации	В соответствии с законодательством Республики Казахстан об аккредитации в области оценки соответствия, технического регулирования и обеспечения единства измерений	
11. Понятие «эталон единицы величины»	Определено через техническое средство	Определено через средство измерений	Определение понятия эталон через техническое средство, а

			не через СИ, в метрологическом законодательстве Российской Федерации привело к тому, что на эталоны перестали распространяться процедуры утверждения типа, поверки и аккредитации на их выполнение
12. Понятие «средство измерений»	Определено через техническое средство, предназначенное для измерений	Определено через техническое средство, предназначенное для измерений и имеющие нормированные метрологические характеристики	Определение СИ с дополнительным критерием – «имеющее нормированные метрологические характеристики» упрощает принятие решений по отнесению технических средств СИ
13. Утверждение типа СО	Предусмотрено	Не предусмотрено	–
14. Утверждение типа СИ	Серийных и единичных экземпляров	Только серийных. Для единичных экземпляров предусмотрено метрологическая аттестация	Введение метрологической аттестации и калибровки вместо утверждения типа и поверки единичных экземпляров СИ удобно и целесообразно
15. Лицензирование деятельности (изготовления и ремонта) со средствами измерений	Исключено	Предусмотрено	–
16. Аттестация поверителей	Отсутствует	Предусмотрено	–
17. Обязательность создания метрологических служб	Да, в т.ч. в федеральных органах исполнительной власти, осуществляющих деятельность в СРГ ОЕИ	Да, при выполнении работ в СГМК	–
18. Особенности организации ОЕИ	Испытания и поверка СИ,	Испытания, метрологическая	Наделение полномочиями по

	<p>аттестация МИ осуществляются любым аккредитованным юридическим лицом</p>	<p>аттестация СИ осуществляются органом ГМС</p>	<p>оказанию метрологических услуг (через аккредитацию) любых юридических лиц, компетентных их оказывать, а не только органов ГМС, положительно влияет на рынок метрологических услуг (конкуренция, цены и др.)</p>
--	---	---	--

Приложение Б
(Обязательное)

Раздел 1.2

Сравнительный анализ законодательства в области обеспечения единства измерений

Раздел 6

Разработка методики калибровки прибора «Millimar С 1208»

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ41	Нурбекова Галияш		

Консультант кафедры КИСМ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

Консультант – лингвист кафедры ИЯИК

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Шепетовский Денис Владимирович	-		

1.2 Comparison Analysis of the Regulations on Assurance of Measurement Uniformity

Entry of the Russian Federation into the World Trade Organization as well as establishment of the Custom Union of Russia, Belarus and Kazakhstan requires harmonization of the national legislation on assurance of measurement uniformity with international metrological standards and relevant regulations of Custom Union members. Harmonization of metrological regulations as well as its entirety and consistency are to be a significant aspect for measuring data mutual recognition, their precision and accuracy being the basis of evaluation of product conformity to quality and safety requirements, confidence of commercial partners in it, provision of product competitive ability at both international and domestic markets.

Conducted comparison analysis of metrological regulations (see Table 2) of Russian Federal Law on Assurance of Measurement Uniformity dated June 26, 2008, No 102-Federal Law and the Law of the Republic of Kazakhstan on Assurance of Measurement Uniformity dated June 7, 2000 No 53-11 has revealed a significant difference able to influence measurement uniformity negatively in the section related to measuring units calibration status and function in measurement uniformity provision. Volunteer basis and absence of calibration uniformity in the Russian Federation and its application along with testing in the Republic of Kazakhstan (see p.6 of the comparison document). As also, absence of essential requirements to accreditation of measuring units calibration as well as conformance evaluation of measurement unit standards in the regulation of the Russian Federation (see p.7 of the comparison document). Difference in metrological regulations based on the other comparison points may be considered as insignificant.

Incompleteness of the Federal Law No 102-Federal Law is that the calibration shall be carried out on a volunteer basis for measuring units unappropriated for application in the sphere of state regulation for measurement uniformity assurance provision. However, in the spheres of state regulations of measurement uniformity assurance provision, measuring units of approved type are allowed to be applied.

Therefore, more accurate statement of Section 1, Article No 18 102-Federal Law would be as follows: "Measuring units unappropriated for an application in the sphere of state regulation for measurement uniformity assurance provision are subject to calibration or testing."

Also the following should be included in the work (services) scope on measurement uniformity assurance provision (Section 1, Article No 19 102-Federal Law) performance of which requires accreditation: measuring units calibration and conformance evaluation of measurement units standards, or specification of standard in terms of measuring unit which allows to apply procedures of approved type , testing and accreditation. Legislation comparison analysis is specified in the Table 1.2.

Table 1.2 – Comparison of the Legislation of the Russian Federation No 102-Federal Law and the Legislation of the Republic of Kazakhstan No 53-11

Criteria	Legislation of the Russian Federation No 102-Federal Law	Legislation of the Republic of Kazakhstan No 53-11	Comments
General characteristics of law	Indirect effect law. This law is applied along with Government Resolution and Edict of the President of the Russian Federation	Direct effect law	
Duty on formulation of State policy and statutory regulation	Ministry of Industry and Trade of the Russian Federation is responsible	Standardization State Committee is responsible for the both duties	
Duty on provision of state metrological services	Federal Agency on Technical Regulating and Metrology is responsible authority		

Name of and data on the sphere of state regulation on measurement uniformity assurance provision	Sphere of state regulation on measurement uniformity provision	Sphere of state metrological regulation	
	In terms of data, spheres of state regulations coincide, in general, except safety sphere which is defined as follows:		
	Implementation of activities focusing on the safety and defense sphere	Manufacture of armament, military and special equipment	
Regulation forms of measurement uniformity provision	<u>Within the sphere of state regulation on measurement uniformity provision:</u> approval of type of standard specimens and measuring units;	<u>Within the sphere of state metrological regulation:</u> approval of measuring unit type, metrological certification of measuring unit;	
	measuring units testing;	measuring units testing;	
	measuring procedure certification;	metrological certification of measuring procedures;	
	accreditation;	accreditation;	
	Federal metrological supervision;	State metrological supervision;	
		licensing of manufacture and repair of measuring units;	
	metrological expertise		
	<u>Beyond the sphere of state regulation on measurement uniformity provision:</u> Measuring unit calibration	<u>Beyond the sphere of state metrological regulation:</u> Measuring unit calibration	
	Measuring unit calibration	Determination of relevant values of	Determination of relevant values of

definition	measuring unit metrological characteristics	measuring unit metrological characteristics and/or its applicability	legislation of the Republic of Kazakhstan corresponds to the term in the Law of the Russian Federation on Measurement Uniformity Provision dated 1993 and comprises objective data that the decision on measuring units applicability for certain measuring goals is always made in accordance with calibration results.
Calibration status	Measuring units inapplicable for the sphere of state regulation on measurement uniformity provision can be calibrated on a volunteer basis	Measuring units, which are not subject to testing, are calibrated once being manufactured, repaired and imported, and during operation.	Calibration status in the legislation of the Republic of Kazakhstan significantly differs from its status in the legislation of the Russian Federation. It covers that measuring unit calibration is applied along with testing but not as a volunteer basis procedure. Measurement uniformity violation beyond the the sphere of state regulation on measurement uniformity provision would lead to significant deterioration of quality and competitive ability of domestic products due to calibration on the volunteer basis which is inappropriate because of an entry of the Russian Federation into the World Trade Organization and Custom Union establishment

Accreditation anticipates performance of the following:	Standard specimen and measuring units testing; measuring units testing; measuring procedure certification; essential metrological expertise; measuring units calibration (on the volunteer basis)	Testing of measuring units and standards; measuring unit calibration; metrological certification of measuring procedures	Absence of measuring units calibration certification and standard conformance evaluation along with measuring units calibration on the volunteer basis in the legislation of the Russian Federation has a negative effect on provision of uniformity of measurements which form quality and competitive ability of domestic products
Accreditation shall not anticipate performance of the following:	Conformance evaluation (certification) of standards		
Accreditation in the sphere of measurement uniformity provision is carried out (will be carried out)	by National accreditation authority in the united national accreditation system in accordance with the legislation of the Russian Federation	in accordance with the legislation of the Republic of Kazakhstan on accreditation in the sphere of conformity evaluation, technical regulation and measurement uniformity provision	
Definition of the term 'measurement unit standard'	Definition in terms of technical equipment	Definition in terms of measuring equipment	Definition of 'standard' in terms of technical equipment but not in terms of measuring units in the Metrological Legislation of the Russian Federation has led to that the standards are being no longer under procedures of approved type, testing and accreditation for their performance
Definition of the term 'measuring unit'	Definition in terms of technical equipment applicable for measurement	Definition in terms of technical equipment applicable for measurement and having standard metrological characteristics	Definition of 'measuring unit' with additional criteria "having standard metrological characteristics" simplifies making decision on designation of measuring unit

			technical equipment
Approval of standard specimen type	Anticipated	Not anticipated	
Approval of measuring unit type	Serial and single units	Only serial units; Metrological certification is anticipated for single units	Establishment of metrological certification and calibration instead of the approved type and single measuring unit testing is more convenient and efficient

7 Development of Millimar C 1208 Unit Calibration Method

In accordance with the performed studies, specified in the Section 2 and 3 of the present document, metrological support of test meant for polypropylene coating determination is associated with calibration of Millimar C 1208. Calibration shall be carried out with application of calibration method. Consequently, goal of this work was to elaborate calibration method for Millimar C 1208.

Manufacturer has established metrological characteristics of Millimar C1208 which should be proved while calibration:

- measurement range varies from 0 to 4 000 μm ;
- limit of absolute measurement inaccuracy is equal to $-\pm 2,0 \mu\text{m}$.

To determine (approve) metrological characteristics data of Millimar C1208, possible calibration facilities and metrological characteristics have been analyzed. Such analysis allowed to determine traceability of measurement unit assignation to the length national standard. To provide measurement traceability, inherent measurement inaccuracy of selected standards shall not contribute to measurement inaccuracy of Millimar C1208 unit. Therefore, accuracy figures of the selected standards shall be twice better than of the Millimar C1208 unit, so with absolute size measurement inaccuracy not more than $\pm 1 \mu\text{m}$.

Moreover, selected calibration facilities should be entered into the Federal Information Fund on the assurance of measurement uniformity and have current

verification certificates and/or verification marks, as national standard traceability may be provided by use of tested measurement instruments as calibration facilities.

Required measurement instruments have been selected as calibration facilities to control calibration procedure conditions.

The present calibration method is applicable to the measuring instrument Millimar C1208/1216 (Mahr) covering its calibration procedure.

Millimar C1208/1216 (Mahr) is applied for measurement and estimation of length, thickness and dimension of industrial products with nonmagnetic surface.

After manufacture or repair, Millimar C1208/1216 (Mahr) is subject to primary calibration as well as periodic calibration during operation.

Required period between calibrations is 1 year.

1 Normative References

GOST R 8.879–2014 (Russian National Standard) State System for Ensuring Uniform Measurement. Calibration Method of Measuring Instruments General Requirements to Content and Statement.

GOST R 8.670-2009 (Russian National Standard) State System for Ensuring Uniform Measurement. Inductive Sensors for Precise Dimension (Parameters) Estimation. Verification Method.

Interstate Standardization Recommendations 115-2011 State System for Ensuring Uniform Measurement. Measuring Instrument Calibration. Processing Algorithm of Measurement Results and Uncertainty Evaluation.

GOST R 52931-2008 (Russian National Standard) Monitoring and Control Instruments of Technological Processes. General Technical Specification.

GOST, ISO/IEC 17025-2009 General Requirements for the Competence of Testing and Calibration Laboratories.

Millimar C1208/1216. Operation Manual.

VDI/VDE/DGQ 2618 Inductive Sensors.

GOST 12.3.019-80 Safety Standards System. Testing and Electrical Measurements. General Safety Requirements

GOST 443-76 Petroleum Solvent C2-80/120 and C3-80/120. Technical Specifications

GOST 1012-72 Aviation Fuel. Technical Specifications

GOST R 54500.3-2011 (Russian National Standard) ISO/IEC Guide 98-3:2008 "Uncertainty of Measurement. Part 3. Guide to the expression of uncertainty in measurement".

Interstate Rules for Standardization 96-2009 Interstate Rules "Results and Characteristics of Measurement Quality. Representation".

2 Definitions

The current method is applied in accordance with the following terms and definitions:

Measurement Uncertainty is defined as a parameter associated with the result of a measurement that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the measurand.

Standard Uncertainty is measurement result uncertainty expressed as a standard deviation.

Combined Standard Uncertainty is a standard measurement result uncertainty, when the result is obtained from the other measurands, which is equal to square root of sum of dispersions or covariations of these other measurands measured in accordance with the value of measurement result changes depending on these measurands changes.

Uncertainty Estimation by Type A is a method of uncertainty estimation obtained by statistic analysis of observational studies.

Uncertainty Estimation by Type B is a method of uncertainty estimation obtained by the method other than statistical analysis of observational studies.

Expanded Uncertainty is a measure that defines an interval about the measurement result within which the most part of value distribution occurs that could reasonably be attributed to the measurand.

Coverage Factor is numerical value applied as a factor for combined standard uncertainty to obtain expanded uncertainty.

3 Requirements to Metrological Characteristics

3.1. Metrological characteristics of Millimar C1208/1216 (Mahr):

- Measurement range varies from 0 to 4 000 μm ;
- Limit of absolute measurement inaccuracy is equal to $\pm 2,0 \mu\text{m}$.

4 Requirements to Calibration Instruments Including Traceability

4.1. The calibration instruments applied during calibration are specified in the Table 1 below:

Table 1

N 0	List and Calibration Instrument Type	Target Characteristics	Metrological Characteristics
1	Aneroid Barometer M-67	Atmosphere Pressure	Atmosphere Pressure Measurement Range varies from 5 to 790 MmHg, Inaccuracy is $\pm 0,8$ MmHg.
2	Psychrometric Hygrometer VIT-2	Ambient temperature, relative humidity	Temperature measurement range varies from 15 to 40 °C, inaccuracy is $\pm 0,2$ °C. Measurement range in accordance with dry-bulb thermometer varies from + 10 to +30 °C, inaccuracy is $\pm 6\%$.
3	Digital Multimeter APPA-107	Supply voltage	Full-scale value of supply voltage is 750 V, inaccuracy is $\pm (0,007U_{\text{msrmt}} + 50 \cdot k)$ V.
4	Parallel Slip Gauge No 1	Expanded uncertainty estimation	Measurement range varies from 0.5 to 100 mm, accuracy class 1.
5	Parallel Slip Gauge No 16	Definition of assumed absolute accuracy	Measurement range varies from 0.991 to 1.009 mm, accuracy class 1.

4.2. Measurement instruments applied while calibration should be entered into the Federal Information Fund on the assurance of measurement uniformity and have current verification certificates and/or verification marks.

4.3. National standard traceability may be provided by use of tested measurement instruments as calibration facilities.

4.4 Other calibration facilities may be applied if provide current values definition of metrological characteristics of millimar c 1208/1216 (mahr) in accordance with the accuracy required.

5. Requirements to calibration procedure conditions

5.1 During millimar c 1208/1216 (mahr) calibration the following conditions should be satisfied:

- ambient temperature, °C 20±1;
- atmosphere relative humidity, %, not more than 80;
- atmosphere pressure, kPa (MmHg) from 97.3 to 105.3 (from 730 to 790);
- supply voltage, V from 100 to 240;
- power frequency, Hz from 47 to 63.

6 Requirements to Safety and Calibrator Qualification

6.1 During calibration the safety requirements of organization responsible for calibration should be satisfied.

6.2 While calibration the following is required:

- to follow Occupational safety regulations during electrical equipment operation and requirements specified by GOST 12.3.019 as well;
- to follow safety requirements specified by Operation documentation on Millimar C 1208/1216 (Mahr) as well as calibration facilities.

6.3 Person is allowed for calibration if this person has an experience in geometrical and mechanical measurements and knowledge in current calibration method as well as Operation documentation on Millimar C 1208/1216 (Mahr).

7 Preparation for Calibration Procedure

7.1 Before calibration the following preparation works shall be performed:

- turn on Millimar C 1208/1216 (Mahr) 30 min prior to calibration;
- remove lubricant from feeler gage, wipe it with dry clean cotton cloth and get into operating position in accordance with the technical documentation of a manufacturer.

- after slip gauges having been unpacked, clean them with solvent corresponding to GOST 443-76 or aviation fuel corresponding to GOST 1012-72 and wipe with clean dry lint-free cotton cloth. Slip gauges shall be cleaned in the area with ventilation hood;

7.2 To ensure availability of the following:

- current verification certificate (verification mark) on measurement instruments;
- current qualifications which are reasonable only for primary qualification.

8 Calibration Procedure

8.1 Procedures specified in the Table 2 are performed while calibration.

Table 2

Operation	Calibration Method Section
1 Appearance and markings check	9.1
2 Testing	9.2
3 Metrological characteristics definition	9.3

9 Calibration Procedure

9.1 External examination

During external examination the following shall be examined:

- packing, completeness and marking shall correspond to requirements of operational documentation on Millimar C 1208/1216(Mahr);
- absence of damages on measuring surfaces which may influence the measurement quality:
- absence of damages on conductive parts of Millimar C 1208/1216 (Mahr);
- visual examination of dial (sharp readable image):

9.2 Testing

9.2.1 While testing, display of characteristics on the Millimar C 1208/1216 (Mahr) dial is checked. Quantity of characteristics displayed simultaneously, 1 or 2, which should be specified before measurement commencement. Thus, the following operations shall be performed:

9.2.1.1 Turn on Millimar C 1208/1216 (Mahr).

9.2.1.2 Use **MENU** key then standard features appear. The functions and parameters catalog is opened and the setting FEATURE is displayed. Use **DATA** and **MASTER** keys to select the settings SETTING: 1 - use **MENU** again, DISPLAY occurs on the display; 2 - use **MENU** again, FEATURE occurs on the display; 3 - use **MENU** again, option 1 FEAT occurs on the display.

9.2.1.3 To select characteristics display mode use **DATA** and **MASTER** keys. You are able to select:

- 1 FEAT. One characteristic of one statistic or dynamic measurement specified in the numerical display bottom line.
- 2 FEAT. Two characteristics of one statistic measurement specified on the display. One characteristic occurs in the top line of numerical display whereas the second one occurs in the bottom line.

9.2.1.4 Press **START** key. Selected characteristics display mode starts to flash. Press **START** again to accept flashing mode. Then, the setting FEATURE of the functions and parameters catalog is displayed on the display again. During this stage during pressing **MASTER** or **DATA** instead of **START**, characteristics display

mode is displayed on the display. Display mode can be changed again. Press **START** if no more settings are required in the functions and parameters catalog.

9.2.1.5 Probe should be arranged in the measurement instrument appropriately while using probe for measurement in the case of full accessible measurement range. In the case of such condition negligence value could move beyond lower and upper limit of measurement range.

- Insert probe into measurement unit;
- Insert adjuster gauge or gage of selected size into measurement unit.

- Press **TEST** key. Measured value transmitted by the probe with channel C1 is specified on the scale and digital display top line. If applicable, measured value transmitted by the probe with channel C2 is specified in the digital display bottom line.

- If the Millimar display range is too small or too big to settle probe properly, it can be adjusted by **DATA** and **MASTER** keys. Thus, press **DATA** and **MASTER** keys. Current display range is to be displayed on the display. Press one of two keys to adjust the display range together with programmed change intervals and for relevant analogue scale change.

9.2.1.6 Probe is to be adjusted manually or by position control device, if applicable, provided that the measured value is equal to zero. Probe is to be fixed in this position.

9.2.1.7 After unit has been adjusted and tested Millimar C 1208/1216 (Mahr) is not subject to further calibration operation, if Millimar C 1208/1216 (Mahr) operation does not correspond to the p.8.2 and is to be provided for further elimination of defects or readjusted in accordance with the p.3 of the operation manual.

9.3 Metrological Characteristics Definition

9.3.1 Millimar C 1208/1216 (Mahr) comprises inductive probe P 2004MA that provides thickness measurement and transmits data to Millimar C 1208/1216 (Mahr).

During measurement and result definition probe polarity direction shall be taken into consideration. Sensor polarity is assigned as follows: C1 or C2 connection formula and retracting measuring bolt, the numerical value increases, the pointer on the scale moves to the right. The display moves in the direction of the probe. The direction of the display can be changed as required by selecting a formula with a negative algebraic sign (-C1 or -C2), by changing the algebraic sign of the factor (-1.0 as opposed to 1.0). However, if a formula with a negative algebraic sign is selected at the same time as a factor with a negative algebraic sign, the direction of the display is not changed, as both negative algebraic signs cancel each other out. Sequence of measurements are specified in the operation manual in the p.12.

9.3.2 Definition of metrological characteristics of Millimar C 1208/1216 (Mahr) is performed by pair method with slip gauges sets No 16, No 1.

9.3.3 To determine metrological characteristics of Millimar C 1208/1216 (Mahr) slip gauge block with the size ranging from 4um, 40 um and 80 um is assigned in the set points.

9.3.4 Pairs should be assigned so as the second slip gauge of the previous pair is to be assigned as the first slip gauge of the following pair.

9.3.5 Pairs specified in the Table 3 are applied.

Table 3

Set Point, um	Slip Gauge Nominal Length $L_1 \dots L_n$, mm	Set Point, um	Slip Gauge Nominal Length $L_1 \dots L_n$, mm
+4	0.991-0.995	-4	1.003-0.999
+4	0.995-0.999	-4	0.999-0.995
+4	0.999-1.003	-4	0.995-0.991
+40	1.000-1.040	-40	1.120-1.080
+40	1.040-1.080	-40	1.080-1.040
+40	1.080-1.120	-40	1.040-1.000
+80	1.000-1.080	-80	1.240-1.160
+80	1.080-1.160	-80	1.160-1.080
+80	1.160-1.240	-80	1.080-1.000

9.3.5 The first slip gauge is to be put to the inductive probe head and a system zero value is to be set.

9.3.6 After triple caging average value of three indications shall be defined as an initial indication during the first measurement of slip gauge.

9.3.7 The same procedure is applied during measurement of the second slip gauge and indication preparation.

9.3.8 Measurements are repeated for the next pairs of slip gauges each time adjusting system for a zero on the second slip gauge of the previous measurement pair and preparing indication on the second slip gauge of its pair.

9.3.9 Measurement results are specified in the table as shown in the Table 4.

Table 4

Set Point, um	Slip Gauge Nominal Length, mm	Indication during the first and the second measurement, um	Average value of the set point, um

10 Measurement Result Processing

10.1 Equation model for uncertainty estimation is as follows:

$$I_E = I_{IND} + \delta I_x + \delta I_N + \delta I_V \quad (1)$$

$$I_{IND} = (\sum r_i - (L_n - L_1) * 1000) / (n-1) \quad (2)$$

$$\delta I_V = (((L_n - L_1) * \delta \alpha_N * \delta t_S) - ((L_n - L_1) * \alpha_N * \delta t_S)) \quad (3)$$

where

- I_E – determined deviation;
- L_n u L_1 – current dimension (in accordance with test report on parallel slip gauge) of standard slip gauges;
- r_i – probe value difference for each measurement pair;
- i – number of standard measures;
- δI_x – adjustment due to inaccuracy indication of scale;
- I_{IND} – measurement error during calibration;
- δI_N – adjustment for standard;
- δI_V – adjustment for estimated environment conditions;
- $\delta \alpha_N$ – linear expansion coefficient of measuring probe;
- δt_S – maximum temperature variations during calibration;
- α_N – linear expansion coefficient of standard slip gauges.

10.1.1 Uncertainty analysis of initial data and correlation

10.1.2 As the result of 1 analysis the following data on uncertainty has been determined. It is assumed that initial data is not correlated.

10.1.3 During calibration inductive probe P 2004MA providing thickness measurement and transmitting data to Millimar C 1208/1216 (Mahr) is applied; its probe head has low dependence on linear expansion coefficient, thus value $\delta\alpha_N$ can be neglected.

10.1.4 To estimate measurement uncertainties of Millimar C1208/1216 (Mahr) standard slip gauges manufactured from tempered steel are applied. Linear expansion coefficient in this case is equal to $11,5 \cdot 10^{-6}$ 1/K. Uncertainty contribution is defined by rectangular distribution:

$$u_B(\alpha_N) = \frac{11,5 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{3}} \quad (4)$$

10.1.5 Area where measurements performed shall provide an air conditioning that maintains temperature range from 19 to 21 °C, so that temperature difference between Millimar C1208/1216 (Mahr) and standard slip gauges is to be equal to about $\pm 0,5$ K. Uncertainty contribution is defined by rectangular distribution:

$$u_B(\delta t_S) = \frac{0.500}{\sqrt{3}} \quad (5)$$

10.1.6 While metering from the unit, uncertainty, associated with measurement result reading accuracy resulting from final dial resolution, occurs and is determined by Type B. Reading accuracy is determined as 1/2 of measuring sensitivity which is equal to 0.0002 mm, $a=0.0001$, assuming that distributions are rectangular, uncertainty is determined in accordance with the formula:

$$u_B(x_{\text{III}}) = \frac{a}{\sqrt{3}} \quad (6)$$

10.1.7 Value δI_N is associated with uncertainty of slip gauge measurement which is specified in accordance with the formula:

$$u(x_{\text{slip gauge}}) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + \dots u_i^2} \quad (7)$$

where u_i^2 is slip gauge measurement uncertainty, data is received from the test report.

10.2 Combined standard uncertainty

Combined standard uncertainty, defined in accordance with the formula (8).

$$u_c = \sqrt{u^2(\delta I_x) + u^2(I_{IND}) + u^2(\delta I_N) + u^2(\delta t_S) + u^2(\alpha_N)} \quad (8)$$

10.3 Expanded uncertainty when confidential probability $p=0.95$ and coverage factor $k=2$ is defined in accordance with the formula:

$$U = 2 \times u_c \quad (9)$$

10.4 Sensitivity coefficient definition

As slip gauges have significant temperature expansion coefficient, uncertainty occurs in its length due to temperature measurement uncertainty. To provide temperature uncertainty in form of the length unit uncertainty, data on sensibility of measurement unit length to temperature change shall be known.

Sensitivity coefficient associated with each initial value x_i is represented by c_i . To determine sensitivity coefficient, extraction of local derivative from reference function f in accordance with input value x_i is required. The following determination sequence is required:

$$C_i = \frac{\partial f}{\partial x_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} |_{X_i = x_i} \quad (10)$$

i.e., to specify how output value y changes in accordance with insignificant change of input value x_i .

10.5 Uncertainty budget is specified in the Table 5.

Table 5

Value	Estimation	Standard Uncertainty	Estimation Type (distribution law)	Sensitivity Coefficient	Contribution to Combined Standard Uncertainty
I_{ND}	x_i	$u(x_i)$	Type B, rectangular	$C_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$	$u_c = \sqrt{u^2(x_i) + u^2(x_n)}$
δI_x			Type B, rectangular		
I_{IND}			Type B, rectangular		
..	
...	

11 Calibration Result Execution

11.1 Calibration result shall be executed in a form of report and calibration certificate.

11.2 Calibration certificate content shall meet the requirements of GOST ISO/IEC 17025-2009.