

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством  
Отделение школы Отделение контроля и диагностики

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Тема работы**

Применение качества измерений на основе MSA – анализа

УДК 658.562:681.2.08

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Плотникова И.В.	к.т.н., доцент ОКД		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов М.А	д.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич О.А.	к.б.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП 27.04.02 Управление качеством	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Плотникова И.В.	к.т.н., доцент ОКД		

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способен анализировать и выявлять естественно-научную сущность проблем в сфере управления качеством на основе приобретенных знаний
ОПК(У)-2	Способен формулировать задачи управления в технических системах в сфере управления качеством и обосновывать методы их решения
ОПК(У)-3	Способен самостоятельно решать задачи управления качеством на базе последних достижений науки техники
ОПК(У)-4	Способен разрабатывать критерии оценки систем управления качеством на основе современных математических методов, вырабатывать и реализовывать управленческие решения по повышению их эффективности
ОПК(У)-5	Способен определять формы и методы правовой охраны и защиты прав на результат интеллектуальной деятельности, распоряжаться правами на них для решения задач в области управления качеством
ОПК(У)-6	Способен идентифицировать процессы систем управления качеством и создавать новые модели, разрабатывать и совершенствовать алгоритмы и программы применительно к задачам управления качеством
ОПК(У)-7	Способен оценивать и управлять рисками в системах обеспечения качества
ОПК(У)-8	Способен анализировать и находить новые способы управления изменениями, необходимыми для обеспечения постоянного соответствия требованиям качества
ОПК(У)-9	Способен разрабатывать методические и нормативные документы в области управления качеством, в том числе по жизненному циклу продукции и ее качеству, руководить их созданием
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	Способен систематизировать данные по показателям качества, прогнозировать динамику, тенденции развития объекта, процесса, задач, проблем, и связанных с ними систем с использованием средств и технологий цифровизации
ПК(У)-2	Способен управлять качеством работ, продукции и услуг в организации
ПК(У)-3	Способен проводить научные исследования в области менеджмента качества, обосновывать собственный вклад в развитии выбранного направления исследования

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

---

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности

Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством

Отделение школы Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ И.В. Плотникова

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович

Тема работы:

Разработка паспорта безопасности предприятия

Утверждена приказом директора (дата, номер)

Приказ № 358-13/с от 24.12.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:

31.05.2023

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Цель исследования заключается в оценке эффективности системы менеджмента качества организации на основе анализа MSA, предмет исследования - система измерения.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание	<ul style="list-style-type: none"><li>- изучить теоретические основы по методике оценки измерительных систем;</li><li>- проанализировать функционирования измерительной системы в ООО «Технология»;</li></ul>

процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	<ul style="list-style-type: none"> <li>– MSA – анализ измерительной системы применяемой ООО «Технология»;</li> <li>– анализ рисков измерительной системы.</li> </ul>
<b>Перечень графического материала</b>	– Презентация в Microsoft Office PowerPoint 2016
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Гасанов Магеррам Али оглы, профессор, д.э.н.
«Социальная ответственность»	Антоневич Ольга Алексеевна, доцент ООД, к.б.н.
"Иностранный язык"	Чеснокова Ирина Анатольевна, доцент ОИЯ, к.филолог.н.
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	14.03.2023

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Плотникова Инна Васильевна	к.т.н., доцент ОКД		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович		

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

Школа Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
Направление подготовки 27.04.02 Управление качеством  
Отделение школы Отделение контроля и диагностики  
Период выполнения 2021/2022 – 2022/2023 учебные годы

Форма представления работы:

магистерская диссертация

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

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

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2023
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
29.11.2022	Аналитический обзор по литературным источникам	10
15.12.2022	Теоретическая составляющая качества измерительной системы	10
30.06.2022	Определение функционирования измерительной системы предприятия	20
25.12.2022	MSA – анализ измерительной системы	20
23.04.2023	Анализ рисков измерительной системы	10
13.02.2023	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Иностранный язык»	20
10.03.2023	Оформление ВКР и презентационных материалов	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Плотникова Инна Васильевна	к.т.н., доцент ОКД		14.03.2023

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 27.04.02 Управление качеством	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Плотникова Инна Васильевна	к.т.н., доцент ОКД		

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

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович

Школа	ИШИКБ	Отделение школы	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	27.04.02 Управление качеством

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

- |  |   |
|--|---|
| 1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих | Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос. |
| 2. Нормы и нормативы расходования ресурсов   |   |
| 3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования                                  |   |

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

- |  |   |
|--|---|
| 1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения | Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта |
| 2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований   | Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий                             |
| 3. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок                        | Составление календарного плана проекта. Определение бюджета НТИ   |
| 4. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности  | Проведение оценки экономической эффективности разработки проекта  |

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

- |   |
|---|
| 1. Оценка конкурентоспособности технических решений               |
| 2. Матрица SWOT   |
| 3. График проведения и бюджет НТИ                                 |
| 4. Расчёт денежного потока  |
| 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ |

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.03.2023
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Гасанов Магеррам Али оглы	д.э.н.		14.03.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович		14.03.2023

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	27.04.02 Управление качеством

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

<b>Введение</b>	<p><i>Объект исследования</i> <u>контроль качества</u>  <i>Область применения</i> <u>внутриорганизационная</u>  <i>Рабочая зона:</i> <u>офис</u>  <i>Размеры помещения</i> <u>климатическая зона*) 7x5</u>  <i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны</i>  <u>компьютер, принтер</u></p>
-----------------	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</li> <li>– Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Рациональная организация труда в течение рабочего времени предусмотрена Трудовым Кодексом РФ ФЗ-197</li> <li>– Рабочее место при выполнении работ сидя регулируется ГОСТом 12.2.032-78</li> </ul>
<b>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</b>	<p><b>Опасные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.</li> </ol> <p><b>Вредные факторы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения;</li> <li>2. Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;</li> <li>3. Факторы, связанные с акустическими колебаниями (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума)</li> </ol> <p><b>Расчет:</b> расчет системы искусственного освещения</p>
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<p>Воздействие на селитебную зону <u>отсутствует</u>;</p> <p>Воздействие на литосферу утилизация использованной оргтехники, бумаги, канцелярии;</p>

	Воздействие на гидросферу отсутствует; Воздействие на атмосферу отсутствует.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях <u>при разработке проектного решения</u></b>	Возможные ЧС <u>внезапное обрушение здания,</u> <u>Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u></u>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	14.03.2023

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД	Антоневич Ольга Алексеевна	к.б.н.		14.03.2023

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ11	Мадумаров Мурад Султанович		14.03.2023

## **РЕФЕРАТ**

Выпускная квалификационная работа содержит 94 страницы, 32 таблицы, 2 рисунка, 31 источник.

Ключевые слова: MSA – анализ, система, измерение, качество, измерительная система, стабильность, сходимость, воспроизводимость, линейность.

Объект исследования – измерительная система используемая на предприятии ООО «Технология».

Цель работы – исследование работоспособности измерительной системы на основе MSA – анализа.

В результате исследования установлено, что MSA – анализ может определить, насколько точен и надежен процесс измерения, а также возможные области для улучшения системы. Целю анализа измерительной системы является оценить качество и точность и надежность системы измерений, используемой в процессе контроля объектов.

Магистерская диссертация выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и представлена в распечатанном виде на листах формата А4.

Презентация работы выполнена с помощью программы PowerPoint 2016.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	12
1 Общая характеристика качества измерительных систем .....	13
1.1 Понятие измерительной системы .....	13
1.2 Анализ измерительных систем .....	15
1.3 MSA – анализ .....	17
2 Функционирование измерительной системы на предприятии .....	22
2.1 Общая характеристика ООО «Технология» .....	22
2.2 Применение измерительного контроля ООО «Технология».....	23
2.3 Основные элементы системы .....	24
3 MSA – анализ измерительной системы .....	26
3.1 Техника оценки.....	26
4 Анализ рисков в измерительной системе .....	32
4.1 SWOT анализ.....	33
4.2 Диаграмма «Галстук – бабочка» .....	36
5 Социальная ответственность .....	39
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	40
5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства .....	40
5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	41
5.2 Производственная безопасность.....	42
5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при разработке методики контроля качества продукции .....	42
5.2.2 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.....	43
5.2.3 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения .....	45
5.2.4 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего .....	48
5.2.5 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума) .....	49

5.3 Экологическая безопасность .....	51
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	54
<b>6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	<b>57</b>
6.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	57
6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	57
6.1.2 Анализ конкурентных решений .....	59
6.1.3 SWOT-анализ .....	60
6.1.4 Цели и результаты проекта.....	62
6.1.5 Ограничения и допущения проекта .....	63
6.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	64
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	64
6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ .....	65
6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования .....	66
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	70
6.3.1 Расчёт материальных затрат НТИ.....	70
6.3.2 Расчет амортизации персонального компьютера линейным способом.....	71
6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы.....	72
6.3.4 Дополнительная заработная плата.....	74
6.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	75
6.3.6 Накладные расходы .....	75
6.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	76
6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования..	77
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>82</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>83</b>
<b>Приложение А.....</b>	<b>86</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Мы живем в обществе, управляемом данными, где данные производятся и требуются для анализа в каждом сценарии. Эти данные могут быть связаны с финансами, здоровьем, технологиями, социальными взаимодействиями и многим другим. Умение работать с данными является одним из ключевых навыков в современном мире, и оно может быть полезно в различных профессиональных областях.

Качество играет важную роль в любой деятельности человека. Оно является ключевым фактором в повышении эффективности производства, обеспечении безопасности и удовлетворенности клиентов, а также в обеспечении долгосрочной стабильности и успеха компаний и организаций.

Качество включает в себя оценку соответствия производимых продуктов и услуг требованиям потребителей и стандартам качества. Качество может быть определено как общая способность производителя гарантировать, что продукция и услуги, которые он предлагает, соответствуют ожиданиям потребителей и соблюдают установленные нормы и стандарты.

Оценка качества может быть осуществлена с помощью различных механизмов, таких как контроль качества на каждом этапе производства, стандарты качества, сертификация, аудиторские проверки и т.д.

Контроль качества измерительных систем — это процесс, включающий в себя проверку и испытание систем измерения на соответствие установленным стандартам качества. Основной целью контроля качества измерительных систем является обеспечение точности и достоверности данных, получаемых этими системами, для принятия правильных решений в производственном процессе.

Задачей данного исследования является определение соответствия системы измерений установленным требованиям качества, с целью повышения точности и достоверности получаемых данных, а также уменьшения ошибок и неопределенности измерений.

# **1 Общая характеристика качества измерительных систем**

Общая теория качества измерительных систем основана на принципах точности, надежности и устойчивости измерений. Точность измерения определяется как близость результата измерения к действительному значению величины. Надежность измерения обеспечивается путем повторяемости измерений при повторении эксперимента в разных условиях. Устойчивость измерений определяется как способность измерительной системы сохранять свои качества на протяжении длительного времени эксплуатации и в разных условиях [1].

Для оценки качества измерительных систем применяются различные методы, включая стандартные методы оценки погрешности, методы анализа данных, методы статистического контроля и т. д. Важно также учитывать требования калибровки, настройки и технического обслуживания измерительных систем.

Общая теория качества измерительных систем также включает в себя концепцию управления качеством, которая охватывает процессы планирования, контроля и улучшения качества измерений. Внедрение системы управления качеством позволяет повысить эффективность измерительных систем и обеспечить устойчивое качество измерений в долгосрочной перспективе.

## **1.1 Понятие измерительной системы**

Измерительная система – это совокупность устройств и методов, используемых для измерения физических величин или параметров объекта, или процесса. Измерительная система может включать в себя датчики, преобразователи сигнала, электронику обработки данных, программное обеспечение и технические средства для визуализации или хранения

результатов измерений. Она применяется во многих областях, включая производство, технику, науку, медицину и другие.

Кроме того, что измерительная система может быть использована для измерения различных параметров в различных областях, она может быть, как аппаратным, так и программным оборудованием, которое используется для создания и выполнения измерительных задач.

Измерительная система может иметь различные компоненты, такие как датчики, специальные аппараты для обработки сигналов, наборы программного обеспечения, которые обрабатывают и анализируют данные, собранные измерительной системой.

В целом, измерительная система – это важный инструмент для сбора и анализа данных, который может использоваться в различных областях, где требуется точность и надежность измерений [1].

На рисунке 1 приведены факторы, влияющие на результат измерения и образующие измерительную систему.

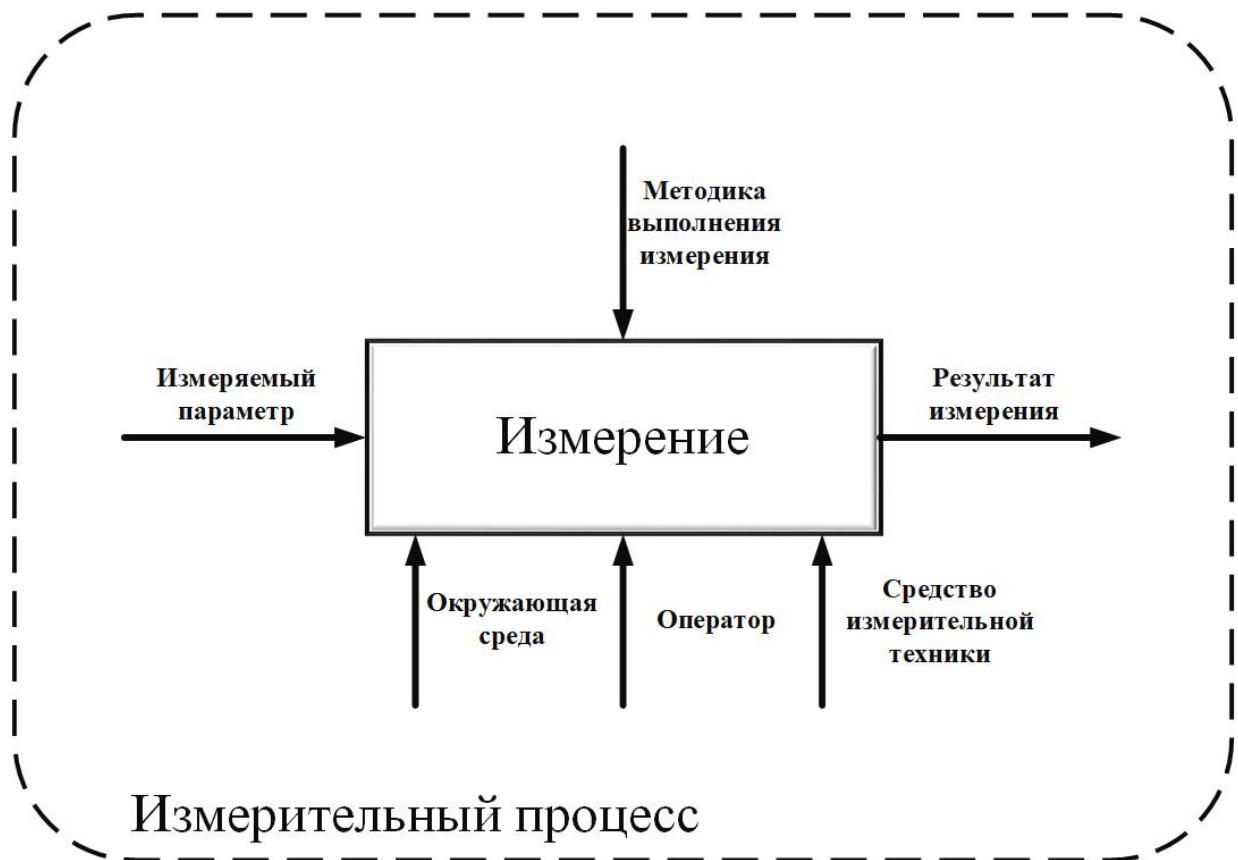


Рисунок 1 – Измерительная система

Измерительная система, как и многие другие системы нуждаются в анализе качества своей работы.

Мы не всегда можем исключить все факторы, влияющие на результат измерений, но можем их минимизировать, т.е. управлять измерительным процессом. Для того чтобы знать, каково влияние различных факторов на результат измерений, проводится исследование, основанное на сборе и обработке статистических данных об измерительном процессе.

## **1.2 Анализ измерительных систем**

Анализ измерительных систем – это процесс исследования и оценки качества измерительных систем на предприятии. Он начинается с определения цели анализа, которая может быть связана с повышением точности измерений, улучшением качества продукции, уменьшением количества брака, увеличением производительности, снижением рисков, связанных с неправильными измерениями.

Для анализа измерительных систем используются различные методы, такие как статистический анализ данных, экспертная оценка, анализ причин и следствий, анализ рисков и др. В процессе анализа измерительных систем оцениваются такие параметры, как точность, надежность, стабильность, повторяемость, линейность и другие, которые зависят от характеристик самой системы, условий ее эксплуатации и процессов, которые она измеряет [2].

Результаты анализа измерительных систем могут быть использованы для принятия решений по улучшению качества продукции, повышению производительности, оптимизации производственных процессов, снижению рисков и других важных аспектов деятельности предприятия.

Для того, чтобы анализ измерительных систем был более эффективным, необходимо обеспечить правильный выбор методов и инструментов, а также грамотно организовать процесс сбора и анализа данных. Важно также обращать внимание на обучение персонала по использованию измерительных

систем и методам анализа данных, а также на регулярное техническое обслуживание и калибровку измерительных приборов и систем [3].

Оценка измерительных систем и их анализ имеют большое значение для различных отраслей промышленности и научных областей, например, в производстве строительных материалов, машиностроении, автомобильной промышленности, медицине, геологии и других областях, где точные измерения играют решающую роль в успешной реализации проектов и достижении поставленных целей [4].

Важность оценки и анализа измерительных систем заключается также в том, что они подвергаются воздействию различных внешних и внутренних факторов, которые могут снижать их качество и надежность. К ним относятся температурные и давительные флуктуации, атмосферные условия, вибрации и др.

Кроме того, оценка измерительных систем позволяет определить вероятность ошибок и их влияния на реальную продукцию и процессы производства. Например, небольшое отклонение в измерениях может привести к значительным последствиям, например, к рождению дефекта в готовой продукции, что негативно скажется на ее качестве.

Таким образом, анализ измерительных систем является важным инструментом для повышения качества продукции, экономии ресурсов и снижения рисков на производстве [5].

Измерительные системы состоят из нескольких элементов, которые выполняют различные функции и совместно обеспечивают точность измерений. Основные элементы измерительных систем включают в себя:

1. Измерительные приборы (измерительные датчики) – это устройства, которые измеряют различные физические величины, например, давление, температуру, угол, растяжение и т.д.

2. Средства сбора данных (анализаторы, регистраторы) – это устройства, которые собирают, анализируют и хранят данные, полученные от измерительных приборов.

3. Системы передачи данных – это устройства, которые передают данные от измерительных приборов и средств сбора данных на другие устройства, например, компьютеры или контрольно-измерительные приборы.

4. Системы обработки данных – это компьютерные программы, которые обрабатывают данные, полученные от измерительных приборов и средств сбора данных, позволяя анализировать их и принимать решения в зависимости от поставленных задач.

5. Системы управления – это устройства, которые управляют процессами, на которые влияют измеренные параметры, например, системы управления производственным оборудованием и системы управления технологическими процессами.

### **1.3 MSA – анализ**

Анализ измерительных систем (MSA – Measurement System Analysis) - это методология исследования и оценки качества систем измерения, которые используются для определения количественных характеристик объектов и процессов. [2]

Основная цель MSA – анализа состоит в том, чтобы определить точность и повторяемость измерительных систем и убедиться в том, что измеряемые данные являются достоверными. В качестве инструментов MSA – анализа используются различные статистические подходы, такие как анализ дисперсии, диаграмма рассеяния и графические таблицы.

Анализ измерительных систем помогает установить, насколько хорошо измерительная система работает и сколько ошибок может быть допущено в процессе измерений. Это позволяет снизить риск возникновения ошибок и повысить качество производимой продукции [6].

Основные принципы MSA – анализа включают:

1. Определение типа измерительной системы и определение ее основных параметров;

2. Оценка точности измерительной системы и ее надежности;
3. Оценка повторяемости и репродуцируемости измерений;
4. Определение влияния факторов окружающей среды на измерительную систему;
5. Определение среднего значения и диапазона изменения измеренных данных;
6. Определение причин изменения данных и принятие мер по их устранению.

Таким образом, анализ измерительных систем имеет важное значение для обеспечения качества продукции и точности контроля процессов в производстве.

Конкретные методы MSA – анализа могут варьироваться в зависимости от требуемого уровня точности и целей проводимого исследования. Но независимо от метода, все они включают в себя тестирование измерительной системы на соответствие требованиям и определение возможных источников ошибок [7].

Одним из ключевых понятий, связанных с MSA – анализом, является понятие «систематической ошибки». Это ошибка, которая возникает из-за неправильной настройки или калибровки измерительной системы, а также из-за других технических причин. Результаты измерений, полученные при наличии систематической ошибки, не будут достаточно точными, что может привести к принятию неправильных решений.

Для оценки систематической ошибки в MSA – анализе применяются различные методы, включая методы повторяемости и репродуцируемости, которые позволяют оценить изменчивость измерительной системы и скорректировать ее, если это необходимо [8].

Важной частью MSA – анализа является также оценка качества данных, получаемых в результате измерений. Для этого используются различные методы, включая анализ гистограмм, меры адекватности, анализ диаграмм рассеяния.

Основная цель MSA – анализа заключается в том, чтобы повысить надежность и достоверность данных, полученных в результате измерений, что в свою очередь является важным условием для принятия верных решений исследователями и промышленными предпринимателями.

Еще одним важным аспектом MSA – анализа является оценка влияния исследуемых факторов на точность и повторяемость измерений [9].

Факторы, влияющие на точность и повторяемость измерений, могут различаться в зависимости от измерительной системы и условий проведения измерений. Некоторые из наиболее распространенных факторов, которые могут оказывать влияние на точность и повторяемость измерений, включают:

1. Условия окружающей среды, такие как температура, влажность и освещенность. Эти факторы могут влиять на работу измерительной системы, например, повышая или понижая температуру в лаборатории, что может привести к изменению параметров измеряемых объектов.

2. Влияние человеческого фактора на точность измерений. Ошибки, допущенные оператором, могут существенно повлиять на точность и повторяемость измерений. Например, неправильный выбор измерительного прибора или неверная установка настройки прибора.

3. Влияние особенностей измерительного оборудования на точность и повторяемость измерений. Это может включать наличие дефектов в работе оборудования, неправильную настройку, несоответствие требованиям и т.д.

4. Методика проведения измерений. Результаты измерений могут быть значительно искажены при использовании неправильных методик измерений, а также при использовании неподходящих материалов и применении непрофессионального подхода.

5. Влияние объекта измерения на точность и повторяемость измерений. Это может включать в себя множество факторов, такие как сложность объекта, наличие дефектов в работе объекта, изменение свойств объекта со временем и т.д.

6. Калибровка измерительного оборудования. Результаты измерений могут быть неточными и не повторяемыми при использовании некалиброванного измерительного оборудования. Калибровка проводится для проверки и корректировки точности приборов, а также для их соответствия стандартам национальных или международных метрологических организаций.

7. Эффекты внешних факторов на измерения. Это может включать эффекты вибрации, электромагнитных помех и других внешних воздействий, которые могут негативно влиять на точность и повторяемость измерений.

8. Стандарты и требования, которым должна соответствовать измерительная система. Например, если измерения проводятся в соответствии со стандартами ISO, то измерительная система должна соответствовать требованиям этого стандарта.

Важно отметить, что для оценки влияния этих факторов на точность и повторяемость измерений используются различные методы MSA – анализа, такие как анализ дисперсии, анализ регрессии и т.д. Каждый из этих методов позволяет определить, как правильно и точно работает измерительное оборудование в конкретных условиях и предоставляет рекомендации по улучшению измерений.

Существует множество методов MSA – анализа для определения влияния различных факторов на точность и повторяемость измерений. Некоторые из наиболее распространенных методов включают [10]:

1. Анализ дисперсии (ANOVA) - этот метод используется для оценки, какие факторы и как сильно влияют на точность и повторяемость измерений. Этот метод позволяет разделить суммарную дисперсию на компоненты, которые относятся к каждому фактору, и определить их значимость для точности и повторяемости измерений.

2. Анализ регрессии - этот метод используется для оценки, какие факторы оказывают наибольшее влияние на точность и повторяемость

измерения. Он оценивает отношение между значением измеряемой переменной и значением факторов, которые могут влиять на эту переменную.

3. Диаграмма рассеяния - это визуальный метод для определения, какие факторы влияют на точность и повторяемость измерения. Этот метод представляет отношение между измеряемой переменной и факторами в виде графика рассеивания, что позволяет отобразить корреляцию между ними.

4. Графики контроля - этот метод используется для мониторинга изменений в точности и повторяемости измерений со временем. Он представляет результаты измерений на графике, позволяющем визуально определить наличие изменений, связанных с рядом факторов, и принять меры по улучшению точности и повторяемости измерений.

Все эти методы позволяют лучше понять, как различные факторы влияют на точность и повторяемость измерений, а также помогают принять меры по улучшению процесса измерений.

## **2 Функционирование измерительной системы на предприятии**

### **2.1 Общая характеристика ООО «Технология»**

Общество с ограниченной ответственностью «Технология» (далее – ООО «Технология») основана 27.05.2010 года.

Основным направлением предприятия является проверка соблюдений правил промышленной безопасности организаций на опасных производственных объектах.

Цель – проверка соблюдений правил, которые утверждены законодательством РФ.

Миссия – обеспечение безопасность людей и окружающей среды в промышленности, при строительстве, эксплуатации и ликвидации зданий, сооружений и технических устройств.

На сегодняшний день ООО «Технология» оказывает комплекс услуг по проведению:

- экспертизы промышленной безопасности опасных производственных объектов;
- техническое диагностирование разрушающим и неразрушающим методами контроля, включая испытания зданий сооружений, технических устройств оборудования;
- строительного контроля при строительстве, реконструкции, техническом перевооружении и капитальном ремонте объектов ТЭК и их инфраструктуры;
- входной контроль материалов, изделий, оборудования и технических устройств, применяемых на объектах капитального строительства;
- наружного и внутритрубного диагностирования трубопроводов;
- металлографических исследований.

Основным документом, определяющим вид деятельности организации, ее цели и задачи, принципы, отношения с другими органами, права и обязанности является Устав. Который утвержден протоколом общего собрания участников №6 от 11.05.2016г.

## **2.2 Применение измерительного контроля ООО «Технология»**

Измерительный контроль – это основной процесс при проведении технического диагностирования устройств, зданий и сооружений применяемы при эксплуатации объектов любой промышленности. Основная задача измерительного контроля является сбор информации о техническом состоянии объекта в данный момент времени и соответствие требованиям нормативно-технической документации.

Измерительный контроль проводится специалистами ООО «Технология» прошедшими аттестацию в области неразрушающего контроля и имеющие большой опыт в работе. Для проведения измерительного контроля специалисты ООО «Технология» используют высокоточное и дорогостоящее оборудование, которое ежегодно проходит поверку средств измерений (определение метрологическим органом погрешностей средств измерений (или проверка того, что они находятся в допустимых пределах) и установление их пригодности к применению).

На основании полученных данных инженеры ООО «Технология» определяют степень исправности объекта контроля, за счет сравнительного анализа полученных данных с параметрами, установленными в технической документации.

По итогу проведения технического диагностирования эксперты ООО «Технология» выдают заключение о техническом состоянии объекта контроля.

Приборы неразрушающего контроля – это группы приборов того или иного вида неразрушающего контроля, различные по техническим

характеристикам и особенностям ведения и регистрации данных о контроле. Они используются для обнаружения и оценки дефектов в материалах и изделиях без их разрушения. Основные приборы неразрушающего контроля: толщиномеры (основного слоя и покрытий контролируемого объекта), твердомеры, дефектоскопы, тепловизоры, эндоскопы, дозиметры, профилометры, измерители вибрации, коэрцитиметры, газоанализаторы, расходомеры, трассотечеискатели, дымомеры, рентгеновские аппараты постоянного действия, анализаторы качества электроэнергии и т.д.

Проверка приборов неразрушающего контроля — это проведение технических работ по проверке и подтверждению соответствия приборов неразрушающего контроля установленным требованиям и стандартам. Целью поверки является обеспечение точности и надежности измерений приборов и устройств, а также определение возможности их использования для решения конкретных задач. В результате проведения поверки выдается соответствующий протокол, который подтверждает, что прибор соответствует установленным стандартам качества и может быть использован для неразрушающего контроля.

## 2.3 Основные элементы системы

Измерительная система состоит из следующих элементов:

- Объект контроля – это объект, который подвергается проверке или анализу с целью определения соответствия заданным требованиям или критериям;
- Средство измерения – это устройство или инструмент, используемый для определения величины физических величин, таких как длина, масса, время, температура, электрический ток и т.д;
- Эталон – это методический документ, установленный для оценки качества, точности или соответствия чего-либо заданным требованиям;
- Оператор – специалист, который выполняет определенные

операции на данных или системе [11].

### **3 MSA – анализ измерительной системы**

Одним из методов MSA – анализа является графики контроля, который применяется для измерения изменчивости измерительной системы.

Для проведения MSA – анализа метода графики контроля необходимо провести серию измерений для каждого образца с использованием одного измерительного прибора. Затем необходимо занести данные в таблицу и построить график контроля, отображающий изменчивость измерений в серии.

Оценка измерительной системы проводится путем вычисления различных статистических показателей, таких как среднее значение, среднеквадратическое отклонение, абсолютное отклонение, коэффициент вариации, дисперсия повторяемости, дисперсия воспроизводимости и т.д.

На основе результатов MSA – анализа графики контрол выявить причины возникновения систематических ошибок, улучшить точность измерений и повысить качество изготавливаемой продукции [12].

#### **3.1 Техника оценки**

Для анализа измерительной системы были выбраны по 10 образцов стальных труб, трёх основных марок стали, которые часто используются при строительстве трубопроводов в нефтегазовой промышленности:

1. Марка стали 09Г2С ГОСТ 19281 – 2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия», с номинальной толщиной  $6,5 \pm 0,5 - 1,0$  мм.[13];
2. Марка стали 12Х18Н10Т ГОСТ 9941-81 «Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия», с номинальной толщиной  $6,5 \pm 0,5 - 1,0$  мм.[14];
3. Марка стали 20 ГОСТ 10705 – 80 «Трубы стальные электросварные технические условия», с номинальной толщиной  $6,5 \pm 0,5 - 1,0$  мм.[15];

Замеры толщины образцов проводили 3 оператора ультразвуковым толщиномером ACS A1210.

Перед снятием показаний толщины стенки образцов, ультразвуковой толщиномер A1210 был откалиброван по эталонам мер эквивалентной ультразвуковой толщины.

Измерения повторялись по 3 раза для каждого образца.

Таблица 5 – Исходные данные и результаты обработки

Образцы из марки стали 09Г2С ГОСТ 19281 – 2014

	Попытки	Контрольные единицы										Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Оператор 1	1	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,330</b>	<b>6,340</b>	<b>6,330</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,380</b>	6,30800
	2	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,260</b>	<b>6,280</b>	<b>6,320</b>	<b>6,350</b>	<b>6,340</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,380</b>	6,31000
	3	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,320</b>	<b>6,350</b>	<b>6,340</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,380</b>	6,30900
Среднее		6,250	6,280	6,253	6,280	6,323	6,347	6,337	6,330	6,310	6,380	6,30900
Размах		0,000	0,000	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,000	0,00400
Оператор 2	1	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,260</b>	<b>6,280</b>	<b>6,330</b>	<b>6,340</b>	<b>6,340</b>	<b>6,320</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,30800
	2	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,260</b>	<b>6,270</b>	<b>6,330</b>	<b>6,350</b>	<b>6,350</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,31000
	3	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,250</b>	<b>6,270</b>	<b>6,330</b>	<b>6,350</b>	<b>6,350</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,30900
Среднее		6,250	6,280	6,257	6,273	6,330	6,347	6,347	6,327	6,310	6,370	6,30900
Размах		0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,00500
Оператор 3	1	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,260</b>	<b>6,280</b>	<b>6,330</b>	<b>6,340</b>	<b>6,340</b>	<b>6,320</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,30800
	2	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,260</b>	<b>6,270</b>	<b>6,330</b>	<b>6,350</b>	<b>6,330</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,30800
	3	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,250</b>	<b>6,280</b>	<b>6,330</b>	<b>6,350</b>	<b>6,330</b>	<b>6,330</b>	<b>6,310</b>	<b>6,370</b>	6,30800
Среднее		6,25000	6,28000	6,25667	6,27667	6,33000	6,34667	6,33333	6,32667	6,31000	6,37000	6,30800
Размах		0,000	0,000	0,010	0,010	0,000	0,010	0,010	0,010	0,000	0,000	0,00500
Размах значений параметров Rp												0,12333
Средний размах R												6,30867
Размах между измерениями операторов												0,00100

Образцы из марки стали 12Х18Н10Т ГОСТ 9941-81

	Попытки	Контрольные единицы										Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Оператор 1	1	6,340	6,400	6,230	6,180	6,180	6,200	6,300	6,400	6,200	6,300	6,27300
	2	6,340	6,400	6,235	6,180	6,185	6,195	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27250
	3	6,340	6,400	6,235	6,180	6,180	6,195	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27200
Среднее		6,340	6,400	6,233	6,180	6,182	6,197	6,293	6,400	6,200	6,300	6,27250
Размах		0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,005	0,010	0,000	0,000	0,000	0,00250
Оператор 2	1	6,350	6,390	6,230	6,170	6,175	6,200	6,290	6,400	6,200	6,300	6,26950
	2	6,350	6,390	6,230	6,170	6,180	6,200	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27000
	3	6,350	6,390	6,230	6,170	6,180	6,210	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27500
Среднее		6,360	6,383	6,230	6,170	6,178	6,203	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27150
Размах		0,030	0,010	0,000	0,000	0,005	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00550
Оператор 3	1	6,350	6,400	6,240	6,178	6,170	6,199	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27270
	2	6,350	6,400	6,240	6,180	6,170	6,198	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27280
	3	6,350	6,400	6,240	6,180	6,170	6,200	6,290	6,400	6,200	6,300	6,27400
Среднее		6,35000	6,40333	6,24000	6,17933	6,17000	6,19900	6,29000	6,40000	6,20000	6,30000	6,27317
Размах		0,000	0,010	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,00140
Размах значений параметров Rp												0,22356
Средний размах R												6,27239
Размах между измерениями операторов												0,00167

Образцы из марки стали 20 ГОСТ 10705 – 80

	Попытки	Контрольные единицы										Среднее
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Оператор 1	1	6,165	6,200	6,225	6,200	6,180	6,180	6,225	6,230	6,135	6,290	6,20300
	2	6,170	6,205	6,235	6,180	6,185	6,180	6,225	6,230	6,130	6,295	6,20350
	3	6,170	6,200	6,235	6,180	6,180	6,170	6,230	6,230	6,130	6,300	6,20250
Среднее		6,168	6,202	6,232	6,187	6,182	6,177	6,227	6,230	6,132	6,295	6,20300
Размах		0,005	0,005	0,010	0,020	0,005	0,010	0,005	0,000	0,005	0,010	0,00750
Оператор 2	1	6,170	6,195	6,235	6,175	6,175	6,180	6,225	6,245	6,140	6,290	6,20300
	2	6,165	6,195	6,225	6,175	6,180	6,175	6,225	6,245	6,140	6,285	6,20100
	3	6,160	6,195	6,235	6,175	6,180	6,190	6,225	6,245	6,145	6,290	6,20400
Среднее		6,165	6,195	6,232	6,175	6,178	6,182	6,225	6,245	6,142	6,288	6,20267
Размах		0,010	0,000	0,010	0,000	0,005	0,015	0,000	0,000	0,005	0,005	0,00500
Оператор 3	1	6,170	6,190	6,240	6,180	6,180	6,170	6,230	6,240	6,140	6,300	6,20400
	2	6,170	6,200	6,220	6,180	6,180	6,180	6,225	6,240	6,140	6,300	6,20350
	3	6,170	6,195	6,230	6,180	6,180	6,175	6,235	6,245	6,140	6,300	6,20500
Среднее		6,17000	6,19500	6,23000	6,18000	6,18000	6,17500	6,23000	6,24167	6,14000	6,30000	6,20417
Размах		0,000	0,010	0,020	0,000	0,000	0,010	0,010	0,005	0,000	0,000	0,00550
Размах значений параметров Rp												0,15667
Средний размах R												6,20328
Размах между измерениями операторов												0,00150

Таблица 6 – Анализ элементов измерительной системы

Образцы из марки стали 09Г2С ГОСТ 19281 – 2014

Составляющая изменчивости	Оценка СКО	Относительный уровень изменчивости, %
Сходимость (изменчивость оборудования) EV	0,00276	7,09
Воспроизводимость (изменчивость от оператора) AV	0,00014	0,37
Сходимость и воспроизводимость GRR	0,00276	7,10
Изменчивость части PV	0,03880	99,75
Общая изменчивость TV	0,03890	-

Образцы из марки стали 12Х18Н10Т ГОСТ 9941-81

Составляющая изменчивости	Оценка СКО	Относительный уровень изменчивости, %
Сходимость (изменчивость оборудования) EV	0,00185	2,63
Воспроизводимость (изменчивость от оператора) AV	0,00080	1,14
Сходимость и воспроизводимость GRR	0,00202	2,87
Изменчивость части PV	0,07033	99,96
Общая изменчивость TV	0,07036	-

Образцы из марки стали 20 ГОСТ 10705 – 80

Составляющая изменчивости	Оценка СКО	Относительный уровень изменчивости, %
Сходимость (изменчивость оборудования) EV	0,00354	7,17
Воспроизводимость (изменчивость от оператора) AV	0,00044	0,90
Сходимость и воспроизводимость GRR	0,00357	7,23
Изменчивость части PV	0,04929	99,74
Общая изменчивость TV	0,04942	-

## **4 Анализ рисков в измерительной системе**

Объектом анализа и оценки рисков в компании являются возможные источники рисков, с которыми предприятие может столкнуться. Риск является критерием способности компании пережить опасности, возникающие в экономическом, производственном и техническом секторах. Избежание рисков - важная задача для менеджмента, поскольку риск является главной опасностью в процессе работы компании.

В управлении рисками ключевым инструментом является анализ. Он позволяет определить степень опасности и разработать стратегии управления ею, а также принимать управленческие решения для снижения рисков. Целью анализа рисков является сокращение вероятности возникновения негативных последствий.

Анализ рисков в измерительной системе является важным процессом для выявления и предотвращения возможных отказов в работе системы, которые могут привести к неправильным измерениям и ошибочным результатам. Риск - это вероятность возникновения неблагоприятного события и его влияния на процесс измерения.

Можно выделить несколько возможных рисков, которые могут быть связаны с измерительной системой:

1. Неправильное измерение: измерительная система может давать неверные результаты по причине технических неполадок, ошибок оператора или других факторов. Это может привести к принятию неправильных решений, например, поставке некачественной продукции или отказе от выпуска хорошей продукции.

2. Недостаточная точность измерений: если точность измерений недостаточна, это может привести к определению неправильных параметров, что в свою очередь может вызвать дополнительные затраты на исправление ошибок, обеспечение обработки необходимой продукции, а также повышение вероятности возникновения проблем в будущем.

3. Неправильный выбор измерительного оборудования: выбор неправильного оборудования или его установка на неправильном месте может снизить точность измерения и качество продукции или услуг, что также отразится на инвестициях и службах поддержки.

4. Недостаточная калибровка и техническое обслуживание: если система не проходит регулярную калибровку и техническое обслуживание, ее точность может снижаться. Это может привести к возникновению непредвиденных результатов, а также повысить вероятность проблем в будущем.

5. Нехватка основных инструментов и материалов: если на работу измерительной системы влияют человеческий фактор и недостаток необходимых инструментов и материалов, то это может привести к возникновению неожиданных событий или проблем, которые могут замедлить или даже остановить производственный процесс.

#### 4.1 SWOT анализ

SWOT анализ измерительной системы можно провести, определив ее сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, которые связаны с использованием данной системы.

Таблица 7 – Матрица SWOT анализ

Сильные стороны	Слабые стороны
S1. Высокая точность измерений; S2. Быстрая скорость измерения; S3. Удобной пользовательский интерфейс; S4. Широкий спектр измеряемых параметров.	W1. Высокая стоимость покупки и обслуживания измерительной системы; W2. Требуется высокая квалификация оператора; W3. Масштабирование системы может быть дорогостоящим.
Возможности	Угрозы
O1. Расширение спектра измеряемых параметров; O2. Улучшение качества измерений; O3. Повышение скорости измерения; O4. Разработка программных модулей для анализа и обработки данных.	T1. Появление конкурентных систем на рынке; T2. Срыв технических работ измерительной системы; T3. Устаревание оборудования; T4. Сбой в работе системы.

Выявлении соответствия сильных и слабых сторон измерительной системы.

Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 8 и 9

Таблица 8 – Интерактивная матрица сильных и слабых сторон и возможностей

	Сильные стороны					Слабые стороны		
		S1	S2	S3	S4	W1	W2	W3
Возможности измерительной системы	O1	+	+	-	+	+	+	+
	O2	+	-	-	+	-	-	-
	O3	-	0	+	+	-	-	-
	O4	-	+	-	-	+	+	+

Таблица 9 – Интерактивная матрица сильных сторон и слабых сторон и угроз

	Сильные стороны					Слабые стороны		
		S1	S2	S3	S4	W1	W2	W3
Угрозы измерительной системы	T1	0	0	-	+	+	-	-
	T2	-	-	+	-	-	-	-
	T3	+	-	-	+	-	-	-
	T4	-	-	-	-	-	+	-

Анализ интерактивных таблиц позволяет выявить сильные и слабые стороны, а также возможности, которые имеют высокую корреляцию:

- O1 O2 – S1; O2 O4 – S2; O3 – S3; O1 O2 O3 – S4;
- O1 O4 – W1; O1 O4 – W2; O1 O4 – W3;
- T3 – S1; T2 – S3; T1 T3 – S4;
- T1 – W1; T4 – W2.

Таблица 10 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны:</b> S1. Высокая точность измерений; S2. Быстрая скорость измерения; S3. Удобный пользовательский интерфейс; S4. Широкий спектр измеряемых параметров.	<b>Слабые стороны:</b> W1. Высокая стоимость покупки и обслуживания измерительной системы; W2. Требуется высокая квалификация оператора; W3. Масштабирование системы может быть дорогостоящим.
<b>Возможности:</b> O1. Расширение спектра измеряемых параметров; O2. Улучшение качества измерений; O3. Повышение скорости измерения; O4. Разработка программных модулей для анализа и обработки данных.	S1+O1 Позволяет получить более полный спектр измеряемых параметров; S1+O2 Позволяет выявить дефекты и несоответствия на ранних стадиях производства; S2+O1 Позволяет сократить время, затрачиваемое на измерения, при расширении спектра параметров, которые необходимо измерять; S2+O4 Сокращает время переработки данных при выполнении измерительных операций; S3+O3 Обеспечивает быструю и эффективную настройку системы; S4+O1+O2+O3 Добавление новых датчиков может повысить универсальность системы, что приведет к повышению спроса на данную систему.	W1+W3+O1 Расширение спектра параметров приведет к увеличению затрат за счет длительности и сложности изучения каждого из параметров; W1+W3+O4 Разработка ПО приведет к увеличению затрат за счет дополнительного привлечения специалистов в области программирования; W2+O1+O4 Дополнительные затраты на обучение специалистов для работы с системой, или привлечение опытных специалистов из вне
<b>Угрозы:</b> T1. Появление конкурентных систем на рынке; T2. Срыв технических работ измерительной системы; T3. Устаревание оборудования; T4. Сбой в работе системы.	S1+T3 Высокая точность измерения исключает необходимость учитывать возможное старение оборудования; S3+T2 Легкий в использовании интерфейс предотвращает возможные сбои в работе, связанные с настройкой сложной системы; S4+T1 Широкий спектр измеряемых параметров позволяет успешно конкурировать с аналогичными системами на рынке; S4+T3 Требуется привлечь дополнительные финансовые ресурсы для улучшения возможностей и качества измерительной системы с целью повышения ее производительности и функциональности.	W1+T1 Высокая стоимость системы и комплектующего оборудования может привести к потере клиентов. W2+T4 Из-за отсутствия опыта работы и необходимых знаний системы у специалистов могут возникнуть сбои в работе системы.

Исходя из SWOT анализа можно сделать вывод, что измерительная система имеет много сильных сторон, которые помогают пользователям в быстром и точном получении данных. Однако стабильность работы системы может быть нарушена в случае появления конкурентных продуктов или появления технических сбоев, которые могут привести к недостоверности измерений. Это означает, что инвестирование в разработку новых технологий и улучшение уже существующих – это ключ к успеху.

## **4.2 Диаграмма «Галстук – бабочка»**

Анализ рисков по методу «галстук – бабочка» является одним из наиболее наглядных методов, показывающий связь источников риска и последствий его реализации. Данный метод очень наглядный, помогает отобразить источники риска, возможные последствия и связи рисунок 2.

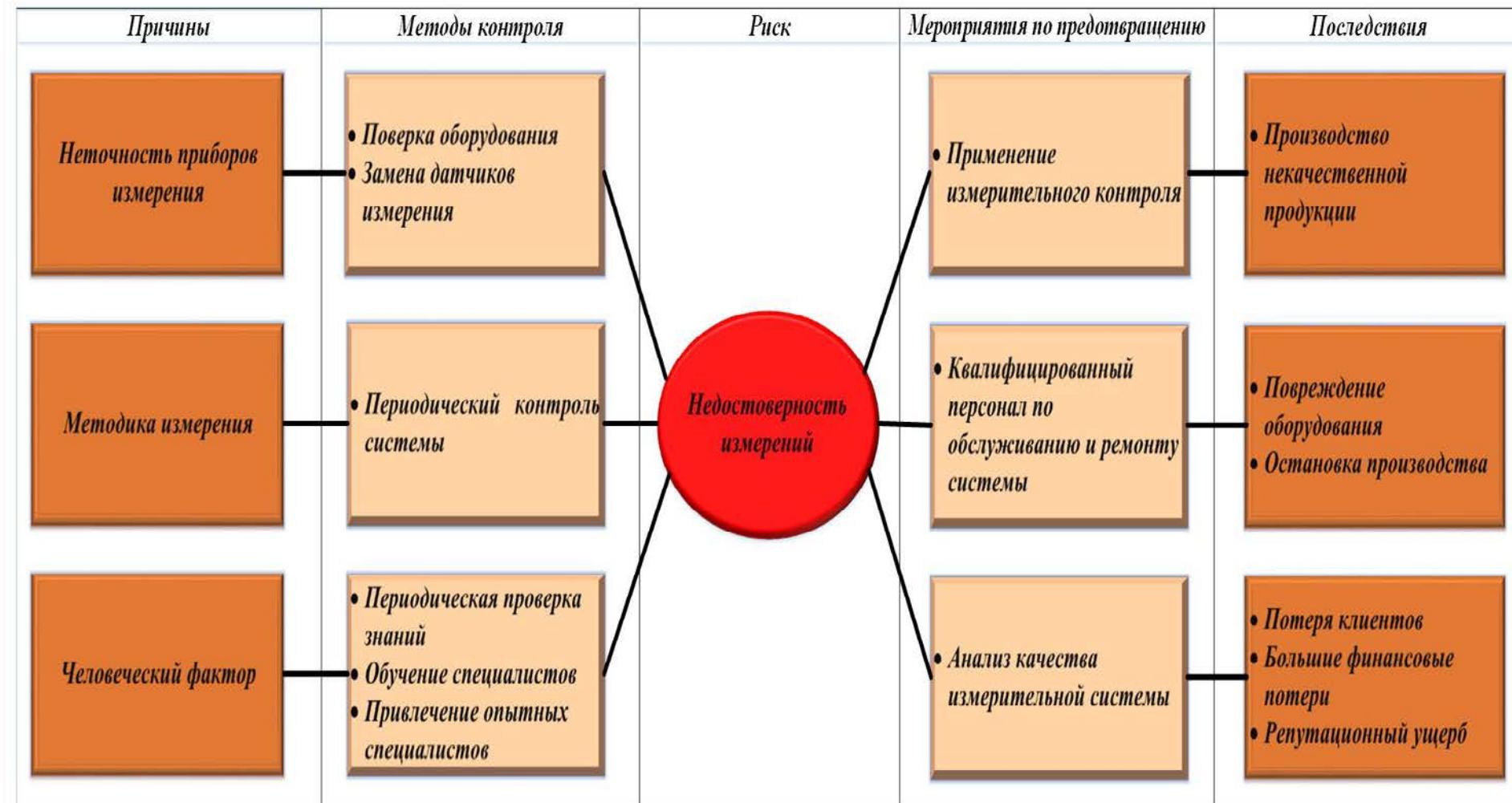


Рисунок 2 – Метод «Галстук – бабочка» для риска «Недостоверность измерений»

Данная диаграмма представляет риск, связанный с недостоверностью измерений, который может привести к таким серьёзным последствиям для предприятия.

Поэтому крайне важно гарантировать точность и надежность процедур измерения, а также проводить проверки и контрольные испытания для определения степени достоверности результатов. Только таким образом можно минимизировать риск, связанный с недостоверностью измерений и обеспечить корректные и точные данные для принятия важных решений.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Социальная ответственность выходит за рамки установленных обязательств и предполагает добровольное применение организациям мер, для повышения качества жизни сотрудников, их семей и общества в целом. Таким образом компании стремятся не только к финансовой эффективности и коммерческому успеху, но и процветанию и гармонии общества. Опасные и вредные производственные факторы по характеру своего происхождения подразделяют согласно ГОСТ 12.0.003-2015 - Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

Научно-исследовательская работа направлена на исследование измерительной системы, применяемой в промышленности специалистами предприятия ООО «Технология». Исследование проводится в офисном помещении предприятия, с использованием компьютера с ПО.

В данном разделе рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места в соответствии с производственной безопасности, нормами производственной санитарии и охраны окружающей среды.

## **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Специальная оценка условий труда (СОУТ) представляет собой комплекс мероприятий по выявлению вредных и опасных факторов трудового процесса и производства, и дальнейшей оценке их воздействия на человеческое здоровье. Такой мониторинг позволяет не только поддерживать условия труда на требуемом уровне, но и освобождать предприятия от страховых взносов. Данная процедура является обязательной для всех. По результатам проведения специальной оценки условий труда устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах [16].

### **5.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства**

Согласно ТК РФ, 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022) каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- ежегодные отпуска с сохранением места работы (должности) и среднего заработка;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими

рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра [17].

### **5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

За 8-часовой рабочий день, специалист, большую часть рабочего времени, проводит, сидя за рабочим столом, работая за ПЭВМ с жидкокристаллическим монитором.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» [18]. Оно должно занимать площадь не менее 4,5 м<sup>2</sup> на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает специалист, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв.мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество.

Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте.

Рабочее место с дисплеем должно обеспечивать специалисту возможность удобного выполнения работ в положении сидя и не создавать перегрузки костно-мышечной системы. Конструкция рабочего стола должна обеспечивать возможность размещения на рабочей поверхности необходимого комплекта оборудования и документов с учетом характера выполняемой работы. Дисплей на рабочем месте специалиста должен располагаться так, чтобы изображение в

любой его части было различимо без необходимости поднять или опустить голову. На рабочем месте, дисплей должен быть установлен ниже уровня глаз специалиста. Угол наблюдения экрана специалистом относительно горизонтальной линии взгляда не должен превышать 60°[19].

## 5.2 Производственная безопасность

### 5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при разработке методики контроля качества продукции

Среди представленных в стандарте ГОСТ 12.0.003-15 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» опасных и вредных факторов для данной деятельности был выбран перечень, представленный в таблице 11 [20].

Таблица 11 — Опасные и вредные производственные факторы при разработке методики контроля качества

№п/п	Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1	Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.	ГОСТ Р 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [21]; ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [22];
2	Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения;	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[23]; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [24];
3	Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего;	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [24]

4	Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума);	ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» является нормативным документом, регламентирующим уровень шума рабочего места [25]; СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [24]
---	--	--

## **5.2.2 Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий**

Основными нормативными документами в данной области являются ГОСТ Р 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [21] и ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление [22]. Основными источниками электрической опасности на данном рабочем месте являются вычислительная техника и электрические сети.

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ, оборудование должно быть оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации. Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

1. оформление работы нарядом или устным распоряжением;
2. проведение инструктажей и допуск к работе;
3. надзор во время работы.

Уровень напряжения для питания ЭВМ 220 В, для серверного оборудования 380 В. По опасности поражения электрическим током кабинет относится к первому классу - помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%).

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

1. прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
1. прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
2. ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
3. поражение шаговым напряжением и др.

Основными техническими средствами защиты, согласно ПУЭ, являются:

1. защитное заземление
2. автоматическое отключение питания
3. устройства защитного отключения
4. изолирующие электрозащитные средства
5. изоляция токопроводящих частей
6. знаки и плакаты безопасности.

Наличие таких средств защиты предусмотрено в рабочей зоне. В целях профилактики периодически проводится инструктаж работников по технике безопасности.

Не следует размещать рабочие места с ЭВМ вблизи силовых кабелей, технологического оборудования, создающего помехи в работе ЭВМ.

При правильной эксплуатации электроустановок в кабинете, риск электрического поражения - минимальный.

### **5.2.3 Производственные факторы, связанные с отсутствием или недостатком необходимого искусственного освещения**

Основная часть исследовательской работы будет проводиться за персональным компьютером. Помещение, в котором будет проводиться работа за компьютером должны иметь естественное и искусственное освещение.

Освещенность - световая энергия, обеспечивающая комфортные условия для наблюдения за предметами и объектами. Освещенность воздействует на самочувствие и настрой работников определяя эффективность трудовой деятельности. От освещения зависит качество получаемой информации, ведь плохое освещение в качественном и количественном отношении утомляет зрение и вызывает утомление всего организма. Если освещение организовано иррационально, это может послужить причиной травматизма: недостаточно освещенные опасные зоны, ослепляющий свет, блики, тени, пульсации освещенности затрудняют видимость и вызывают неправильное восприятие объектов. В связи с этим рациональная организация освещения производственных помещений это одно из главных требований для создания оптимальных условий труда. В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями рабочее место специалиста по качеству должно освещаться смешенным освещением, т.е. естественным и искусственным светом. Естественное освещение проникает в офисное помещение инженера по качеству через два окна в светлое время суток. В зоне с устойчивым снежным покровом коэффициент естественной освещенности должен быть не меньше 1,2%, а на остальных территориях - 1,5%. Искусственное освещение отличается от естественного сложностью восприятия его зрительным органом человека.

Нормирование освещенности рабочей поверхности может осуществляться двумя способами. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [24] устанавливает минимальную освещенность рабочей поверхности в производственных помещениях в соответствии с видом производимой

деятельности, а СП 52.13330.2016 - в соответствии с характеристикой зрительной работы, которая определяется наименьшим размером объекта различия, контрастностью и свойствами фона. При работе менеджер по качеству пользуется персональным компьютером, а также нормативной и технической документацией из чего, согласно СанПиН 1.2.3685-21, можно сделать вывод, что при общем освещении минимальная искусственная освещенность должна быть 300 лк [24]. Все зрительные работы в соответствии с СП 52.13330.2016 [23] разбиваются на восемь разрядов и в соответствии с размером объекта различия, а также условий зрительной работы.

Источником света рабочей зоны, в качестве искусственного освещения, будут использоваться люминесцентные газоразрядные лампы.

Расчет освещенности рабочего места

Дано помещение с размерами: длина А = 7 м, ширина В = 5 м, высота Н = 3 м. Высота рабочей поверхности h<sub>рп</sub> = 0,7 м.

Требуется создать освещенность Е = 300 лк.

Коэффициент отражения стен R<sub>c</sub> = 40%, потолка R<sub>n</sub> = 50%.

Коэффициент запаса k = 1,5; коэффициент неравномерности Z = 1,1.

Рассчитываем систему общего люминесцентного освещения.

Выбираем светильники типа ОД, λ = 1.

Приняв h<sub>c</sub> = 0,5 м, получаем:

$$h = H - h_c - h_{rp} = 3 - 0,5 - 0,7 = 1,8 \text{ м};$$

$$L = \lambda \times h = 1 \times 1,8 = 1,8 \text{ м};$$

$$L/3 = 0,6 \text{ м}$$

Размещаем светильники в 3 ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильников типа ОД мощностью 40 Вт, при этом разрывы между светильниками в ряду составят 70 см. Изображаем в масштабе план помещения и размещения на нем светильников. Учитывая, что в каждом светильнике установлено две лампы, общее число ламп в помещении N = 18.

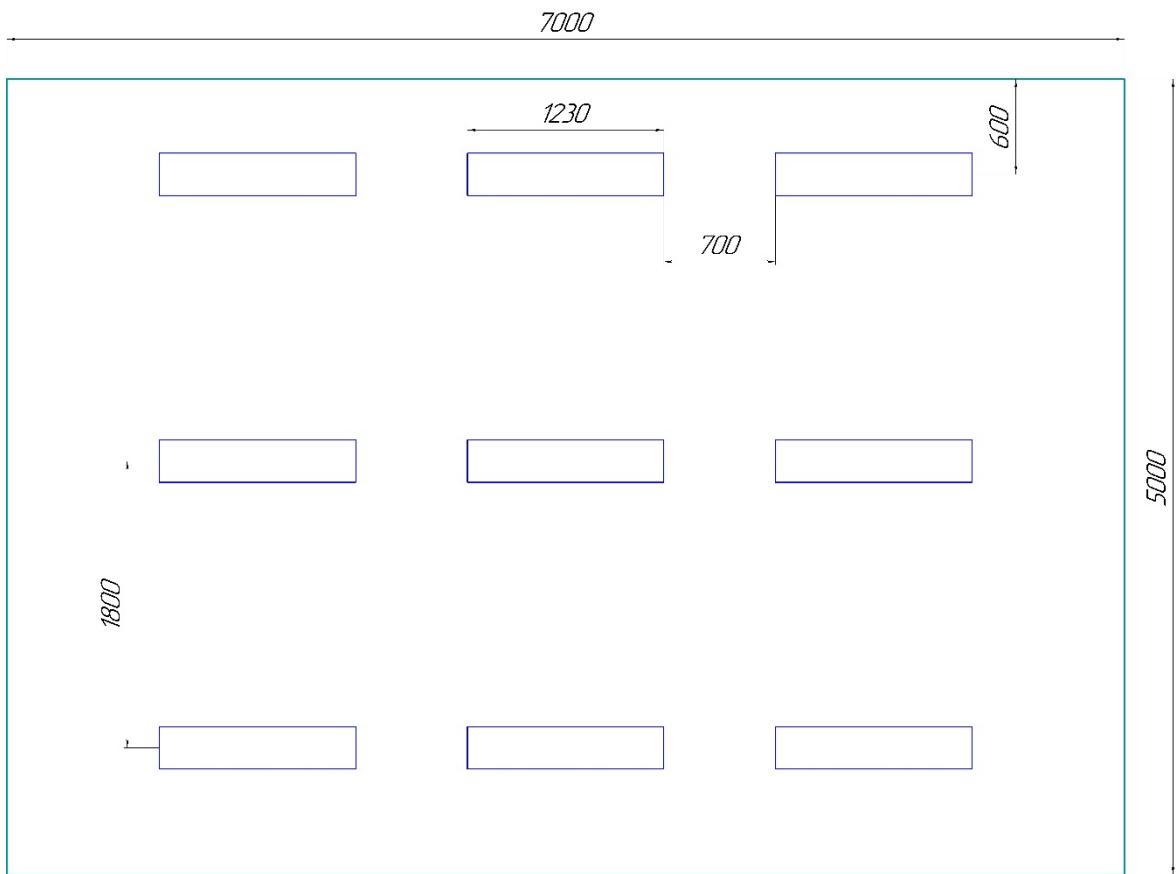


Рисунок 3. План размещения светильников

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{s}{h \times (A + B)} = \frac{35}{1.8 \times (7 + 5)} = 1,6$$

Коэффициент использования светового потока равен  $\eta=0,37$

$$i = \frac{E_h \times S \times k \times Z}{N \times \eta} = \frac{300 \times 35 \times 1,5 \times 1,1}{18 \times 0,37} = 2601 \text{ Лм}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ 40 Вт с потоком 2700 лм.

Делаем проверку выполнения условий:

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

Получаем  $-10\% < 3,6\% < 20\%$ .

Определяем электрическую мощность осветительной установки

$$P = N_{л} p_{л} = 18 \times 40 = 720$$

## **5.2.4 Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего**

Микроклимат производственных помещений - это комплекс физических факторов внутренней среды помещений, который оказывает влияние на тепловой баланс человека с окружающей средой. Микроклимат в производственных помещениях характеризуют следующие показатели: температура  $t$ , относительная влажность  $W$ , скорость движения воздуха  $V$ . Эти показатели должны обеспечить поддержание оптимального теплового состояния организма в течение 8-часовой рабочей смены.

СанПиН 1.2.3685-21 устанавливает нормы оптимальных и допустимых метеорологических условий [24]. Эти нормы принимают во внимание: время года – холодный период с температурой +10°C и ниже и теплый период с температурой +10°C и выше; категорию работ – работа специалиста по качеству относится к категории Ia - работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимая сидя и сопровождающаяся незначительным физическим напряжением.

Неблагоприятный уровень микроклимата может способствовать возникновению у человека следующих последствий:

- Нарушение терморегуляции, в результате которого возможно повышение температуры, обильное потоотделение, слабость.
- Нарушение водно-солевого баланса, может привести к слабости, головной боли, судорожной болезни.

При работе в производственных помещениях значения показателей микроклимата для работ категории Ia оптимальны, если они соответствуют требованиям таблицы 12, а допустимые значения требованиям таблицы 13.

Таблица 12 – Оптимальные значения показателей микроклимата на рабочем месте

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °C	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Холодный	Ia (до 139)	22-24	60-40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23-25	60-40	0,1

Таблица 13 – Допустимые параметры микроклимата

Период года	Температура воздуха, °C		Относительная влажность воздуха, %	Наименование фактора, V, м/с	
	диапазон ниже оптимальных значений	диапазон выше оптимальных значений		для диапазона t воздуха ниже оптимальных значений, не более	для диапазона t воздуха выше оптимальных значений, не более
Холодный	20,0-21,9	24,1-25,0	15-75	0,1	0,1
Теплый	21,0-22,9	25,1-28,0	15-75	0,1	0,2

Согласно оптимальные значения показателей микроклимата на рабочем месте и допустимым параметрам микроклимат, рабочий кабинет соответствует допустимым нормам.

### **5.2.5 Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями (повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума)**

Слух практически наравне со зрением необходим человеку, он позволяет человеку владеть звуковыми и зрительными информационными полями. При длительном воздействии шум вызывает ухудшение слуха или даже глухоту. Шум на рабочем месте негативно воздействует на работников: уменьшается внимание, ухудшается скорость психических реакций, растратчивается больше энергии при одинаковых физических нагрузках и т.д. А в конечном итоге

значительно падает производительность труда и соответственно качество проделанной работы.

К основным источникам шума на рабочем месте менеджера по качеству в офисном помещении можно отнести компьютеры, мониторы, принтеры, кондиционер и работающие светильники люминесцентных ламп. А также шум, возникающий вне кабинета через открытые окна и двери.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Согласно ему, на рабочем месте максимальный уровень шума 80дБА [24].

Предельно допустимый уровень шума (ПДУ) - 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 нарушение здоровья у сверхчувствительных лиц.

Характеристикой постоянного шума на рабочих местах являются уровни звукового давления в дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц, определяемые по формуле:

$$L = 20 \log_{10} \frac{P}{P_0}$$

где, Р-среднеквадратичная величина звукового давление, Па;

Р0 - исходное значение звукового давления в воздухе, равное  $2 \times 10^{-5}$  Па

Допускается в качестве характеристики постоянного широкополосного шума на рабочих местах принимать уровень звука в дБА, измеренный на временной характеристике «медленно» шумометра, определяемый по формуле:

$$L = 20 \log_{10} \frac{P_A}{P_0}$$

Где Ра – среднеквадратичная величина звукового давления с учетом коррекции «А» шумомера в Па.

Мероприятия по борьбе с шумом подразделяются на организационно-технические, архитектурно-планировочные и лечебно-профилактические, а именно:

- устранение причин возникновения шума или снижение его в источнике;
- применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных);
- группировка шумных помещений в одной зоне здания и отделение их коридорами;
- использование средств индивидуальной защиты;
- введение регламентированных дополнительных перерывов;
- проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров.

Согласно СанПиН 1.2.3685-21 уровень в рабочем кабинете не более 80 дБА и соответствует нормам.

### **5.3 Экологическая безопасность**

Предполагаемым источником загрязнения окружающей среды в данной исследовательской работе является ПЭВМ. ПЭВМ состоит из опасных металлов таких, как мышьяк, сурьма, свинец, ртуть и кадмий.

При правильной эксплуатации данные вещества не несут опасности для окружающей среды. Однако при неправильной утилизации вышеперечисленные металлы переходят в органические и растворимые соединения и становятся ядами.

Таблица 14 – Предельно допустимые концентрации (ПДК)

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Преимущественное агрегатное состояние в воздухе в условиях производства	Класс опасности
Мышьяк	0,04/0,01	а	1
Сурьма	0,05	а	1
Свинец	0,05	а	1
Ртуть	0,01/0,005	п	1
Кадмий	0,05	а	1

Утилизация компьютеров регламентируется Федеральным законом от 10 января 2002 г. №7. Комплексная система утилизации ПЭВМ сводит к минимуму не перерабатываемые отходы, а основные материалы (пластmassы, цветные и черные металлы) и ценные компоненты (редкие металлы, люминофор, ферриты и др.) возвращаются в производство. Драгметаллы, содержащиеся в электронных компонентах оргтехники, концентрируются и после переработки на аффинажном заводе сдаются в Госфонд.

К следующему виду отходов относится бумага. Переработка макулатуры снижает необходимость вырубки лесов для производства различных видов бумаги. Переработка макулатуры включает в себя ряд процессов: удаление клея, связывающего целлюлозные волокна вместе, удаление примесей и сокращение до чистой массы, пригодной для производства бумаги и картона или любого другого применения.

Утилизация люминесцентных ламп должна проводиться несколькими способами, в зависимости от оснащения предприятия. Основная задача всех процессов – демеркуризация, удаление ртути с целью исключения попадания ее в почву и воду.

Для утилизации пустых картриджей используется метод механического и термического разложения. Сначала использованное оборудование разбирается в заводских условиях на детали, после сортируется и по частям утилизируется.

Благодаря инновационным технологиям, применяемым в методе, разложение происходит максимально эффективно и с наименьшим нанесением вреда для окружающего мира. Остатки тонерного порошка подлежат термической обработке при 1000°C. Благодаря высокой температуре происходит полное разложение вредных веществ и образование других безвредных. Пластиковые детали подлежат гранулированию (механическому дроблению), переплаву и последующему применению в качестве второсырья.

Благодаря этой технологии возможность нанесения вреда окружающей среде полностью исключается.

Химический состав и внешний вид:

- Тонкодисперсный порошок черного цвета с размером частиц 5-10 мкм.

Таблица 15 – Состав тонера

Наименование	процентное содержание
Стирол-акриловый сополимер	40-50
Магнетит	45-55
Полиолефины	1-5
Металлоорганические комплексные соли	1-3
Двуокись кремния	1-2

Физические и химические свойства:

- Температура начала плавления >100 °C
- Удельный вес 1,1
- Растворимость в воде Н/Р
- Температура начала деструкции >300°C

Требования безопасности

- По степени воздействия на организм тонеры относятся к 4 классу опасности по ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности» [26]

- Токсичность тонеров может быть обусловлена токсичностью входящих в него сополимеров стирола. Предельно допустимая концентрация (ПДК) в воздухе рабочей зоны помещений равна 10мг/м.

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация — это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, распространения заболевания, представляющего опасность для окружающих, стихийного или иного бедствия, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей [27].

Офис предприятия находится в городе Томск с континентально циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют.

В офисном помещении возможны следующие чрезвычайные ситуации: пожар и землетрясение. Наиболее типичная ЧС – пожар. Рабочее место по категории пожарной опасности относится к классу В, как пожароопасное. Пожар носит техногенный характер. Источником пожара могут быть ПЭВМ, электрический ток. К возможным причинам пожара можно отнести:

- неисправность электрической проводки;
- возгорание ПЭВМ;
- несоблюдение правил ПБ.

При возникновении пожара необходимо позвонить в пожарную службу, эвакуировать людей, принять возможные меры по тушению пожара.

Меры по предупреждению пожара:

- недопущение использования неисправного оборудования;
- ознакомление сотрудников с правилами пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность;

- наличие системы сигнализации при возникновении пожара;
- выключение электрооборудования, освещения и электропитания по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- наличие планов эвакуации;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

К средствам тушения пожара, предназначенным для локализации небольших очагов загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, сухой песок, асbestosовые одеяла и т.п. Пожарные краны устанавливаются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов.

Для тушения пожаров на начальных стадиях можно воспользоваться подручными средствами с целью прекращения доступа воздуха к объекту возгорания или применить огнетушители.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель, например ОП-5.

В общественных зданиях и сооружениях на каждом этаже должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. В соответствии с ГОСТ 12.4.009-83 «ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание» огнетушители следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м [28].

## **Вывод по разделу**

В разделе «Социальная ответственность» рассматривалась рабочая зона специалиста экспертной организации в области промышленной безопасности. Исследовались вредные и опасные факторы, существующие при работе в офисном помещении. Установлено, что рабочее место относится к допустимым условиям труда.

Категория помещения по электробезопасности согласно ПУЭ относиться к помещениям без повышенной опасности [30].

Категория тяжести труда в офисе в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» относится к категории Ia, работы производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/час (до 139 Вт) [24].

По пожарной и взрывопожарной опасности офисное помещение относится к категории В - помещения, в которых находятся (обращаются) горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть [30].

Рассмотренный объект к категориям НВОС не относится, т.к. отсутствуют источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

## **6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью раздела является проектирование и создание конкурентоспособной разработки, отвечающей современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

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

### **6.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

#### **6.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования**

Потенциальные потребители результатов исследования MSA-анализа могут быть различные организации, компании и индивидуальные исследователи, заинтересованные в повышении качества своей продукции или услуг.

Это могут быть производственные фирмы, которые хотят улучшить контроль качества своей продукции, чтобы удовлетворить потребности своих клиентов. Также потенциальными потребителями могут быть консалтинговые компании, занимающиеся совершенствованием бизнес-процессов, которые могут использовать результаты MSA-анализа для оптимизации и улучшения

производственных процессов. Индивидуальные исследователи могут использовать результаты MSA-анализа в своих исследованиях в области качества и статистики. Также потенциальными потребителями могут быть научные институты и лаборатории, которые занимаются исследованиями в области контроля качества продукции

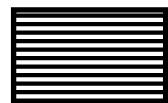
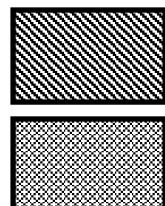
Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок - это группа потенциальных потребителей продукта или услуги, на которую ориентирована компания или организация. Сегменты рынка - это группы потребителей, объединенные общими характеристиками и потребностями.

В таблице 16 представлена карта сегментирования рынка по качества измерений на основе MSA-анализа.

Таблица 16 - Карта сегментирования рынка

Потребитель	Функциональные возможности		
	Выявление сильных и слабых сторон исследовательской методики	Определение данных для анализа эффективности бизнес-процессов	Выявление возможностей для улучшения контроля качества продукции
Государственные учреждения			
Научно-исследовательские организации			
Частные организации			



### 6.1.2 Анализ конкурентных решений

Систематический анализ конкурирующих разработок необходим во избежание потери занимаемой ниши рынка. Объективная оценка научно-исследовательской разработки с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет определить готовность проекта к запуску.

Анализ конкурентных решений проводится с помощью оценочной карты, где позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times \bar{B}_i, \quad (1)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научного исследования или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $Б_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Таблица 17 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		БФ	Бк1	Бк2	Кф	К1	К2
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
Точность	0,15	5	5	5	0,75	0,50	0,50
Количество возможных применяемых статистических методов	0,10	5	4	5	0,50	0,60	0,75
Визуализация данных	0,10	5	5	5	0,50	0,50	0,50
Улучшение исследуемого процесса	0,15	4	5	4	0,60	0,75	0,60
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
Конкурентоспособность	0,20	4	4	4	0,40	0,40	0,40
Стоимость	0,15	5	5	5	0,75	0,50	0,45
Перспективность использования	0,15	4	4	5	0,60	0,60	0,75
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>4,1</b>	<b>3,6</b>	<b>3,95</b>

Таким образом, видим, что конкурентоспособность разрабатываемой системы Кф – 4,1 является наилучшим результатом. Достоинствами разрабатываемой системы являются: точность - соответствие результата измерения истинному значению измеряемой величины, способности системы измерять значения приближенно к истинному значению; улучшение исследуемого процесса – оптимизация параметров, которые влияют на работу системы; а также стоимость по сравнению с конкурентными решениями будет наименьшая.

### 6.1.3 SWOT-анализ

Для комплексной оценки научно-исследовательского проекта применяют SWOT-анализ, результатом которого является описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для его реализации, которые

проявились или могут появиться в его внешней среде. Итоговая матрица SWOT-анализа представлена в таблице 18.

Таблица 18 – SWOT-анализ

	<b>Сильные стороны научно-исследовательской работы:</b> С1. Высокая точность измерений С2. Скорость и эффективность С3. Автоматическая обработка данных	<b>Слабые стороны научно-исследовательской работы:</b> Сл1. Непредсказуемость влияния внешних факторов Сл2. Необходимость калибровки Сл3. Сложность использования
<b>Возможности:</b> В1. Ускорение процессов измерения В2. Высокий уровень точности В3. Уменьшение затрат В4. Тестирование новых технологий и материалов В5. Увеличение эффективности производства В6. Повышение качества продукции	C1+B6 Выявление дефектов и несоответствий на ранних стадиях производства; C2+B5 Уменьшение количества ручных операций и, как следствие, снижение времени, затрачиваемого на испытания и контроль качества продукции; C3+B2 Позволяет снизить риск ошибок, которые могут возникнуть при ручной обработке данных.	Сл3+В2 Сложность использования системы компенсируется опытом специалистов Сл2+В3+В6 Калибровка позволяет проверить точность измерений, убедиться в правильности работы приборов и систем и выявить возможные ошибки до того, как они окажут негативное влияние на производственный процесс или на качество продукции, и позволяет избежать неожиданных затрат; Сл1+В4 Непредсказуемость влияния внешних факторов компенсируется выявление новых методик контроля
<b>Угрозы:</b> У1. Несанкционированная модификация У2. Некорректная эксплуатация У3. Электромагнитное воздействие У4. Физические повреждения	C1+У2 Высокоточные точные измерения позволяют правильно устанавливать, настраивать и эксплуатировать измерительное оборудование; С3+У1 Автоматические системы обработки данных имеют механизмы защиты от несанкционированного доступа.	Сл1+У4 Непредсказуемость влияния внешних факторов приведет к снижению точности измерений, браку продукции, поломки дорогостоящего оборудования, к большим финансовым затратам; Сл2+У2 Некорректная калибровка может привести к ошибкам в измерениях, а следовательно, к некорректной эксплуатации.

		Сл3+У1 Влияет на точность и корректность измерений, такие модификации могут привести к ухудшению производительности, безопасности и даже к потенциальным проблемам с сертификацией
--	--	--

Из матрицы SWOT видно, что необходимо сделать упор на такие сильные стороны: минимальная стоимость разрабатываемого технического решения, высокая точность измерения гарантирует, что результаты измерений будут максимально точными и близкими к реальным значениям. Это может быть важным фактором в таких областях, как научные исследования, инженерия, производство и технология, где точность является критически важной.

#### **6.1.4 Цели и результаты проекта**

Перед определением целей необходимо перечислить заинтересованные стороны проекта. Информация по заинтересованным сторонам представлена в таблице 19

Таблица 19 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидание заинтересованных сторон
Организация	Оценка точности измерительных систем
Научный руководитель, студент	Выполненная выпускная квалификационная работа

Цели и результат проекта представлены в таблице 20

Таблица 20 – Цели и результат проекта

<b>Цели проекта:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Произвести литературный обзор, сбор информации по теме</li><li>• Проанализировать процессы, протекающие в организации</li><li>• Произвести сбор необходимой информации об ООО «Технология»</li><li>• Произвести анализ с целью определения их точности, повторяемости и репродуктивности</li><li>• Дать рекомендации по использованию MSA для оценки приборов.</li></ul>
<b>Ожидаемые результаты проекта:</b>	Получение точной и достоверной информации о том, насколько измерительные системы могут быть надежными и точными.
<b>Критерии приемки результата проекта:</b>	Минимизация погрешности измерений
<b>Требования к результату проекта:</b>	<b>Требование:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Возможность применимости рекомендаций в организации</li><li>• Разработанный проект полностью соответствует ожиданиям</li></ul>

### 6.1.5 Ограничения и допущения проекта

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» - параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта. Информация представлена в табличной форме таблица 21.

Таблица 21 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения
Бюджет проекта	350000
Источник финансирования	ООО «Технология»
Сроки проекта	01.01.2023 – 31.05.2023
Плановая дата завершения проекта	31.05.2023

## 6.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться.

В таблице 22 составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 22 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Изучение и анализ литературы по теме ВКР	Студент
	3	Подбор научно-технической документации по теме ВКР	
Выбор направления исследований	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель
	5	Календарное планирование работ	Научный руководитель, студент
	6	Проведение консультаций	Научный руководитель
	7	Изучение литературы и нормативно-правовых актов по теме ВКР	Студент
	8	Изучение внутренней документации организации	
	9	Проведение анализа информации полученной на предприятие	
	10	Разработка документированной информации по теме ВКР	Студент

Разработка документированной информации	11	Согласование документированной информации с руководством предприятия	
Обобщение и оценка результатов	12	Проведение оценки полученных результатов	Научный руководитель, студент
	13	Обсуждение полученных результатов	
Оформление ВКР	14	Оформленный ВКР	Студент
	15	Подготовка к защите дипломной работы	Студент

### 6.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается эксперты путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости тоже используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5} \quad (2)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;  
 $t_{mini}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{maxi}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы, человеко-дни;

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

$$T_{Pi} = \frac{t_{ожi}}{q_i} \quad (3)$$

где  $T_{Pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;  
 $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;  
 $Ч_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел;

### **6.2.3 Разработка графика проведения научного исследования**

На примере диаграммы Ганта в данном разделе разработан график проведения ВКР с целью расчета времени на проделанные работы.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \times k \quad (4)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  
 $T_{Pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  
 $k$  – календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (5)$$

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

Согласно производственному календарю (для 6-дневной рабочей недели) в 2023 году 365 календарных дней, 298 рабочих дней, 67 выходных/праздничных дней.

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

Результаты расчётов представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях, $T_{Pi}$	Длительность работ в календарных днях, $T_{ki}$
	$t_{mini}$ чел- дни	$t_{maxi}$ чел- дни	$t_{ожи}$ чел- дни			
1	2	3	4	5	6	7
Составление и утверждение темы ВКР	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	1,4	2
Изучение и анализ литературы по теме ВКР	2	3	2,4	Студент	2,4	3
Подбор научно-технической документации по теме ВКР	6	8	6,8	Студент	3,4	4
Выбор направления исследований	3	4	3,4	Научный руководитель	1,7	2
Календарное планирование работ	1	2	1,4	Научный руководитель, студент	1,4	2
Проведение консультаций	12	18	14,4	Научный руководитель	14,4	18
Изучение литературы и нормативно-правовых актов по теме ВКР	6	8	6,8	Студент	6,8	8
Изучение внутренней документации организации	6	8	6,8	Студент	3,4	4
Проведение анализа информации полученной на предприятие	14	18	15,6	Студент	15,6	19
Разработка документированной информации по теме ВКР	12	16	13,6	Студент	13,6	17

Согласование документированной информации с руководством предприятия	10	15	12	Студент	12	15
Проведение оценки полученных результатов	6	9	7,2	Научный руководитель, студент	3,6	4
Обсуждение полученных результатов	10	12	10,8	Научный руководитель, студент	10,8	13
Оформление ВКР	10	16	12,4	Студент	12,4	15
Подготовка к защите дипломной работы	4	5	4,4	Студент	4,4	5

На основе таблицы 23 построен календарный план-график.

Таблица 24 - Календарный план-график проведения ВКР



Научный руководитель

Научный руководитель, студент

Студент

## **6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)**

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработка плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

### **6.3.1 Расчёт материальных затрат НТИ**

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \times \sum_{i=1}^m \Pi_i \times N_{\text{расхи}} \quad (6)$$

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

$N_{\text{расхи}}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

В данной работе к материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, ежедневник, степлер.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 25.

Таблица 25 – Материальные затраты

Наименование материалов	Единица измерения	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Затраты, руб.
Интернет	Пакет	450	5	2250
Ручка	Шт.	40	2	80
Картридж для лазерного принтера	Шт.	3000	1	3000
Бумага А4	Шт.	200	1	200
<b>Вариант 1:</b> Пакет Microsoft Office	Пакет	2500	1	2500
<b>Вариант 2:</b> Пакет LibreOffice	Пакет	1500	1	1500
Вариант 1: 8030				
Вариант 2: 7030				

### 6.3.2 Расчет амортизации персонального компьютера линейным способом

Линейный метод амортизации подразумевает списание стоимости основного средства одинаковыми пропорциональными частями на протяжении всего времени его использования.

Амортизация – это постепенный перенос понесенных затрат, произведенных для покупки или строительства объекта основных средств на себестоимость готовой продукции, товаров, работ или услуг. Иными словами, с ее помощью компенсируются денежные средства, которые были потрачены на строительство или покупку имущества.

Амортизационные отчисления осуществляются в течение времени фактической эксплуатации имущества, начиная с постановки объекта основных средств на баланс компании в связи с вводом этого объекта в эксплуатацию и заканчивая снятием имущества с учета.

Расчет амортизационных отчислений рассчитывается по следующей формуле:

$$A = \text{ПС} \times K \quad (7)$$

где A – размер месячных амортизационных отчислений;

ПС – первичная стоимость имущества;

$K$  – норма амортизации.

$$K = (1/n) \times 100\% \quad (8)$$

где  $n$  – срок эксплуатации в годах.

Стоимость персонального компьютера составляет 90000 рублей. Срок службы данного компьютера 5 лет.

$$K = (1 \div 5) \times 100\% = 20\%$$

$$A = 90000 \times 0,2 = 18000 \text{ руб}$$

Амортизационные отчисления за год составили 18000 руб.

Амортизационные отчисления за 5 использованных месяца составили:

$$18000 \div 2,4 = 7500 \text{ руб}$$

### 6.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (9)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \times T_p \quad (10)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \times M}{F_d} \quad (11)$$

где Зм – месячный должностной оклад работника, руб.;

Fd – количество рабочих дней в месяце (среднее количество рабочих дней – 25);

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дней M=10,4 месяца, 6-ти дневная неделя;

Баланс рабочего времени представлен в таблице 26.

Таблица 26 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней: выходные дни; праздничные дни	67	67
Потери рабочего времени: отпуск; невыходы по болезни	57	55
Действительный годовой фонд рабочего времени	241	243

Месячный должностной оклад работника

$$Z_m = Z_{TC} \times (1 + k_{pr} + k_d) \times k_p \quad (12)$$

где ZTC – заработка плата по тарифной ставке, руб.;

kpr – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от ZTC);

kд – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15- 20% от ZTC);

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

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 27

Таблица 27 – Расчёт основной заработной платы

Вариант 1								
Исполнители	$З_{TC}$ , руб.	$k_{ПР}$	$k_D$	$k_p$	$З_m$ , руб	$З_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$З_{осн}$ , руб.
Руководитель	29900	0,30	0,30	1,30	62192	2684	18	48308
Студент	15640	0,30	0,20	1,30	30498	1305	127	165769
Итого								214077

Вариант 2								
Исполнители	$З_{TC}$ , руб.	$k_{ПР}$	$k_D$	$k_p$	$З_m$ , руб	$З_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$З_{осн}$ , руб.
Руководитель	31499	0,30	0,30	1,30	65518	2827	18	50892
Студент	16075	0,30	0,20	1,30	31346	1342	127	170379
Итого								221271

### 6.3.4 Дополнительная заработка плата

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

$$З_{доп} = k_{доп} + З_{осн} \quad (13)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, принятый равным 0,14.

Расчет дополнительной заработной платы приведен в таблице 28.

Таблица 28 – Расчет дополнительной заработной платы

Исполнитель	Основная заработка плата, руб.		Дополнительная заработка плата, руб.	
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 1	Вариант 2
Научный руководитель	48308	50892	6763	7125
Студент	165769	170379	23208	23853
Итого Вариант1			244048 рублей	
Итого Вариант2			252249 рублей	

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \times (З_{оси} + З_{доп}) \quad (14)$$

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

На 2021 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30 %. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году, водится пониженная ставка – 27,1%.

Результаты расчета в таблице 29.

Таблица 29 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработка плата, руб.	Дополнительная заработка плата, руб.
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды		0,271
Вариант 1		66137
Вариант 2		68359

### 6.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование

материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

Затраты на электроэнергию рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей} 1 - 3) \times k_{\text{нр}} \quad (15)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %. Расчёт расчета в таблице 29.

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

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 30.

Таблица 30 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	
	Вариант 1	Вариант 2
1. Материальные затраты	9010	8010
2. Амортизационные отчисления	7500	7500
3. Затраты по основной ЗП исполнителей	214077	221271
4. Затраты по дополнительной ЗП исполнителей	29971	30978
5. Отчисления во внебюджетные фонды	66137	68359
6. Накладные расходы	52271	53779
7. Бюджет затрат НТИ	378966	389897

Как видно из таблицы 30 основные затраты НТИ на заработную плату исполнителей темы.

## **6.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{max}} \quad (16)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{max}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Определим интегральный финансовый показатель для двух вариантов исполнений:

$$I_{\phi}^{\text{исп}1} = 378966/389897 = 0,97$$

$$I_{\phi}^{\text{исп}2} = 389897/389897 = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования:

$$I_{pi} = \sum_{i=1}^n a_i \times b_i \quad (17)$$

где  $I_{pi}$  - интегральный показатель ресурсоэффективности для i-го варианта исполнения разработки;

$a_i$  - весовой коэффициент i-го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  - бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается эксперты путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 31.

Таблица 31 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Вариант 1	Вариант 2
Высокая точность	0,2	5	4
Скорость	0,1	5	4
Качество	0,15	4	4
Конкурентоспособность продукта	0,15	5	4
Цена	0,2	4	3
Информативность	0,2	5	4
ИТОГО	1	3,65	3

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{эф.}i} = \frac{I_p}{I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}} \quad (18)$$

где  $I_{\text{эф.}i}$  – интегральный показатель эффективности  $i$ -ого варианта разработки;

$I_p^{\text{исп.}i}$  – интегральный показатель ресурсной эффективности  $i$ -ого варианта разработки;

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель  $i$ -ого варианта разработки;

$$I_{\text{исп.}1} = \frac{3,65}{0,97} = 3,76$$

$$I_{\text{исп.}2} = \frac{3}{1} = 3$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта (Эср)[31]:

$$\Theta_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (19)$$

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{ucn.1}}{I_{ucn.2}} = \frac{3,76}{3} = 1,25$$

Таблица 32 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
Интегральный финансовый показатель разработки	0,97	1
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	3,65	3
Интегральный показатель эффективности	3,76	3
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	1,25

Из таблицы 32 видно, что эффективность стратегии Варианта 1 выше эффективности стратегий Варианта 2 на 25%.

Стратегия Варианта 1 имеет более надежное материальное обеспечение такими ресурсами как Пакет Microsoft Office, по сравнению с LibreOffice, оно имеет более удобный интерфейс, что позволяет выполнять работу более быстро и качественно, а также исключает возможность зависания программы, стирание данных документа и потерю, разработанных данных.

## **Вывод по разделу**

В ходе выполнения данного раздела были определены потенциальные потребители результатов исследования. Также был произведен SWOT-анализ. Результатом анализа является, исследуемая магистерская диссертация, которая помогает оценить качество измерительных систем ООО «Технология», что позволит предприятию повысить эффективность производственных процессов, тем самым поможет избежать возможных ограничений и штрафных санкций со стороны регулирующих органов. Была произведена разработка графика проведения научного исследования с помощью применения диаграммы Ганта. Из диаграммы видно, что работа над диссертацией началась в январе 2023 года, а закончилась в начале июня 2023 года.

Кроме этого, был произведен расчет бюджета научно-технического исследования. Бюджет затрат диссертации составляет 378966 рублей. Наибольшая доля затрат приходится на затраты по основной заработной плате исполнителей темы, далее идут затраты на отчисления во внебюджетные фонды, наименьшие затраты составили затраты на специальное оборудование.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе написания магистерской диссертации на тему «Применение качества измерений на основе MSA – анализа» был проведен анализ измерительной системы предприятия ООО «Технология». Была определена погрешность измерительной системы, которая не превышает 10% и считается приемлемой для выполняемых работ сотрудниками предприятия.

С помощью инструментов качества для измерительной системы было использовано два метода: метод SWOT-анализа для выявления сильных и слабых сторон системы и метод «Галстук-бабочка» для определения основного риска - «Недостоверность измерений». Данные методы позволяют оценивать и развивать надежность системы измерения.

Имея достоверные данные об измерительной системе, исследователь или промышленный предприниматель может принимать взвешенные решения о том, какие меры необходимо принять для улучшения качества продукции или производственных процессов.

Таким образом, MSA-анализ играет важную роль в современном производстве, позволяя улучшить качество продукции, повысить производительность процессов и оптимизировать затраты.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Анализ измерительных систем (MSA) в вопросах и ответах Касторская Л.В., 2006г
2. Анализ измерительных систем. MSA., 3-е издание, 2005г
3. ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения.
4. Е. В. Борисенко, И. В. Буянова Проведение анализа измерительных систем НА ОАО «БМЗ» – управляющая компания холдинга «БМК» Журнал «Литье и Металлургия» 2 (87), 2017
5. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 Менеджмент организаций. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию.
6. Васильчук А. В., Юнак Г. Л., Годлевский В. Е., Разживина О. В. Анализ измерительных и контрольных процессов (MSA) в автомобилестроении. Самара: ЗАО «Академический инжиниринговый центр»; ООО «Офорт», 2006. 190 с.
7. ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. М. Изд-во стандартов. 32 с.
8. Миттаг Х.-Й., Ринне Х. Статистические методы обеспечения качества. Под ред. Б. Н. Маркова. Изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1995. 601 с.
9. ГОСТ Р 50779.21-2004 Статистические методы. Правила и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. Часть 1. Нормальное распределение. М.: Изд-во стандартов. 32 с.
10. Дональд Уилер, Дэвид Чамберс. Статистическое управление процессами: оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009. 409 с.
11. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

12. Прыгин А. А., Зимина Е. В., Кайнова В. Н. Анализ измерительной системы с базированием на координатно-измерительную машину // Труды НГТУ. Н. Новгород, 2014. № 5 (107). С. 327–333.
13. ГОСТ 19281 – 2014 «Прокат повышенной прочности. Общие технические условия»
14. ГОСТ 9941-81 «Трубы бесшовные холодно- и теплодеформированные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия»
15. ГОСТ 10705 – 80 «Трубы стальные электросварные технические условия»
16. Федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ (ред. от 28.12.2022) «О специальной оценке условий труда»
17. «Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
18. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. «Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования»
19. ГОСТ Р 50923-96 «Дисплеи. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде. Методы измерения»
20. ГОСТ 12.0.003-15 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
21. ГОСТ Р 12.1.019-2017. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
22. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление.  
Зануление
23. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*
24. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»

25. ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» является нормативным документом, регламентирующим уровень шума рабочего места
26. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности»
27. Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
28. ГОСТ 12.4.009-83 «ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание»
29. ПУЭ. Правила устройства электроустановок
30. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)
31. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.В. Шаповалова; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 73 с.

## **Приложение А**

(справочное)

### **РАЗДЕЛ МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ, ВЫПОЛНЕННЫЙ НА ИНОСТРАННОМ ЯЗЫКЕ**

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1ГМ11	Мадумаров М.С.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
Доцент ОКД ИШНКБ	Плотникова И.В.	к.т.н.		

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень,	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ ШБИП	Чеснокова И.А.	к.ф.н.		

## **General quality theory of measurement systems**

The general quality theory of measuring systems is based on the principles of accuracy, reliability and stability of measurements. Measurement accuracy is defined as the closeness of the measurement result to the real value of the quantity. Reliability of measurement is ensured by the repeatability of measurements under different conditions. Stability of measurement is defined as the ability of a measuring system to maintain its qualities over long periods of operation and under different conditions.

Various methods are used to assess the quality of measurement systems, including standard error estimation methods, data analysis methods, statistical control methods, etc. It is also important to consider the calibration, adjustment and maintenance requirements of measurement systems.

The general quality theory of measurement systems also includes the concept of quality management, which covers planning, controlling and improving the quality of measurements. Implementing a quality management system can improve the performance of measuring systems and ensure sustainable quality of measurements in the long term.

### **Definition of measurement system**

A measurement system is a complex of devices and methods used to measure physical quantities or parameters of an object or process. A measurement system can include sensors, signal transmitters, processing electronics, software and visualisation or storage facilities. It is used in many applications, including manufacturing, engineering, science, medicine and others.

In addition to being used to measure various parameters in different fields, a measurement system may be both hardware and software used to create and perform measurement tasks.

A measurement system may have various components, such as sensors, special signal processing apparatus, software packages that process and analyze the data collected by the measurement system.

Overall, a measurement system is an important tool for data collection and analysis that can be used in a variety of applications where accurate and reliable measurements are required.

Figure 1 shows the factors that influence the measurement result and form the measurement system.

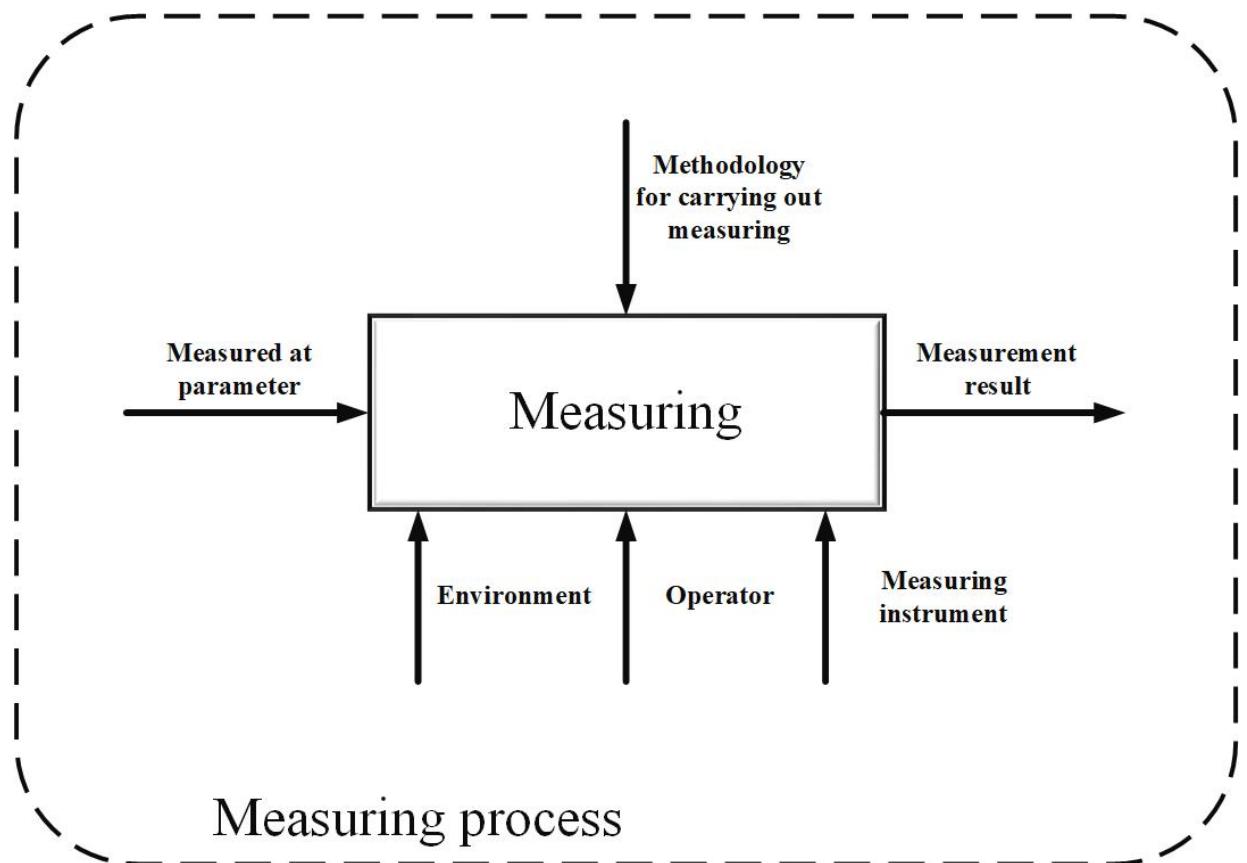


Figure 1 - Measuring system

A measuring system, like many other systems, needs to analyze the quality of its performance.

We cannot always rule out all factors influencing the measurement result, but we can minimize them, i.e., control the measurement process. To find out what influence the different factors have on the measurement result, a study is carried out

based on the collection and processing of statistical data about the measuring process.

## **Measuring system analysis**

Measurement system analysis is a process of examining and evaluating the quality of the measurement systems in a company. It starts by clarifying the analysis objective, which may be aimed at improving measurement accuracy, product quality, reducing the level of defects, increasing productivity or reducing the risks of measurement errors.

Various methods are used to analyze measurement systems, such as statistical data analysis, expert judgement, cause and effect analysis, risk analysis, etc. The analysis of measurement systems evaluates parameters such as accuracy, reliability, stability, repeatability, linearity and others that depend on the characteristics of the system itself, its operating conditions and the processes it measures.

The results of measurement system analysis can be used to make decisions to improve product quality, increase productivity, optimize manufacturing processes, reduce risk, and other important aspects of a company's operations.

In order to make measurement system analysis more effective, the right choice of methods and tools should be ensured, and the process of data collection and analysis should be well organized. It is also important to pay attention to training personnel in the use of measurement systems and data analysis methods, as well as in regular maintenance and calibration of measuring instruments and systems.

Measuring system evaluation and analysis is important in various industries and scientific fields, e.g., in the building materials industry, mechanical engineering, automotive industry, medicine, geology and other fields where accurate measurements are crucial to the success of projects and the achievement of their objectives.

The importance of evaluating and assessing measurement systems also lies in the fact that they are subject to a variety of external and internal factors that may

reduce their quality and reliability. These include temperature and pressure fluctuations, atmospheric conditions, vibrations.

In addition, evaluation of measuring systems allows the probability of errors and their impact on real products and production processes to be determined. For example, a small deviation in measurements can lead to significant consequences, such as the development of a defect in the finished product, which deteriorates its quality.

Measurement system analysis is, therefore, an important tool for improving product quality, saving resources and reducing risks in production.

Measuring systems consist of several elements that perform different functions and together ensure accurate measurements. The main elements of measurement systems include:

6. Instrumentation (measurement sensors) are devices that measure various physical quantities such as pressure, temperature, angle, tension.

7. Data collection instruments (analyzers, recorders) are devices that collect, analyze and store the data obtained with the instrumentation.

8. Data transmission systems are devices that transmit data from measuring instruments and data acquisition tools to other devices such as computers or instrumentation.

9. Data processing systems are computer programs that process data from measuring instruments and data collection tools, enabling to analyze them and make decisions depending on the tasks assigned.

10. Control systems are devices that control processes affected by measured parameters, e.g. production equipment control systems and process control systems.

## **MSA - analysis**

Measurement System Analysis (MSA) is a methodology for investigating and assessing the quality of measurement systems that are used to quantify the characteristics of objects and processes.

The main aim of MSA analysis is to determine the accuracy and repeatability of measurement systems and to make sure that the measured data are reliable. Various statistical approaches such as analysis of variance, scatter plots and graphical tables are used as tools for MSA analysis.

Measurement system analysis helps to establish how well the measurement system works and how many errors can be made in the measurement process. This helps to reduce the risk of errors and improve the quality of your products.

The basic principles of MSA analysis include:

7. Determining the type of measuring system and defining its basic parameters;
8. Evaluating the accuracy of the measuring system and its reliability;
9. Evaluating the repeatability and reproducibility of measurements;
10. Determining the influence of environmental factors on the measuring system;
11. Determining the mean value and range of variation of measured data;
12. Determining the causes of data variation and taking corrective action.

Thus, analysis of measuring systems is important for ensuring product quality and process control accuracy in production.

The specific methods of MSA analysis may vary depending on the required level of accuracy and the objectives of the study being carried out. But regardless of the method, they all involve testing the measurement system for compliance and identifying possible sources of error.

One of the key concepts associated with MSA analysis is that of 'systematic error'. This is an error that occurs due to improper adjustment or calibration of the measurement system, as well as other technical reasons. Measurement results obtained in case of systematic error will not be accurate enough, which can lead to incorrect decisions.

MSA analysis uses various methods to assess systematic error, including repeatability and reproducibility methods, which allow the variability of the measurement system to be assessed and corrected if necessary.

An important part of MSA analysis is also to assess the quality of the data obtained from measurements. Various methods are used for this purpose, including histogram analysis, measures of adequacy, and scatter diagram analysis.

The main purpose of MSA analysis is to improve the reliability and validity of data obtained from measurements, which in turn is an important prerequisite for good decision-making by researchers and industrial entrepreneurs.

Another important aspect of MSA analysis is to evaluate the influence of the studied factors on the accuracy and repeatability of measurements.

The factors influencing accuracy and repeatability can vary depending on the measurement system and measurement conditions. Some of the most common factors that can affect the accuracy and repeatability of measurements include:

9. Environmental conditions such as temperature, humidity and light. These factors can affect the performance of the measurement system, for example by raising or lowering the temperature in the laboratory, which can lead to changes in the parameters of the objects being measured.

10. The effect of human error on measurement accuracy. Mistakes made by an operator can significantly affect the accuracy and repeatability of measurements. For example, incorrect choice of instrumentation or improper setting of a device.

11. The influence of features of the measuring equipment on the accuracy and repeatability of measurements. This may include faults of the equipment performance, misconfiguration, non-compliance, etc.

12. Methods of measurement. Measurement results can be distorted if inadequate measurement techniques, as well as inappropriate materials and an unprofessional approach are used.

13. The effect of the object of measurement on the accuracy and repeatability of measurements. This may include many factors, such as the complexity of the object, its defects, changes of the object properties over time.

14. Calibration of instrumentation. Measurement results may be inaccurate and not repeatable if uncalibrated instrumentation used. Devices are calibrated to

check and correct their accuracy and to ensure that they meet the standards of national or international metrology organizations.

15. The influence of external factors on measurements. This may include the effects of vibration, electromagnetic interference and other external influences that may adversely affect the accuracy and repeatability of measurements.

16. The standards and requirements which the measuring system must meet. For example, if measurements are made according to ISO standards, the measuring system shall comply with the requirements of that standard.

It is important to note that various methods of MSA analysis, such as analysis of variance, regression analysis, etc., are used to assess the impact of these factors on measurement accuracy and repeatability. Each of these methods helps to determine how properly and accurately the instrumentation performs under specific conditions and provides recommendations for improving measurements.

There are many methods of MSA analysis to determine the effect of various factors on measurement accuracy and repeatability. Some of the most common methods include:

1. Analysis of variance (ANOVA) - this method is used to assess which factors and how strongly influence measurement accuracy and repeatability. This method allows to divide the total variance into components related to each factor and determine their significance for measurement accuracy and repeatability.

2. Regression analysis - this method is used to assess which factors have the greatest impact on measurement accuracy and repeatability. It assesses the relationship between the value of the measured variable and the value of the factors that may influence that variable.

3. A scatter diagram is a visual method for determining which factors influence the accuracy and repeatability of measurement. This method presents the relationship between the measured variable and the factors as a scatter plot, allowing the correlation between them to be displayed.

4. Control charts - this method is used to monitor changes in accuracy and repeatability over time. It presents measurement results on a graph that allows you

to visually identify the presence of changes associated with a number of factors and to take measures to improve accuracy and repeatability.

All of these methods provide a better understanding of how various factors affect the accuracy and repeatability of measurements, and help to take measures to improve the measurement process.