

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение  
 Отделение контроля и диагностики

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка контрольной течи для решения задач контроля проникающими веществами

УДК - 620.179.111.5:661.185:532.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б7А	Ничинский И.М.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Лобанова И.С.	к.т.н.		

### КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Авдеева И.И.			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 12.03.01 Приборостроение	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	к.т.н., доцент		

Томск – 2021 г.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

Код компетенции СУОС	Наименование компетенции СУОС
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном и иностранном (-ых) языке
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	Способность представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
ОПК(У)-2	Способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий
ОПК(У)-3	Способность выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат
ОПК(У)-4	Способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-5	Способность обрабатывать и представлять данные экспериментальных исследований
ОПК(У)-6	Способность собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования
ОПК(У)-7	Способность использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации
ОПК(У)-8	Способность использовать нормативные документы в своей деятельности
ОПК(У)-9	Способность владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности, в том числе защиты государственной тайны
ОПК(У)-10	Готовность пользоваться основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-5	Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов на схематехническом и элементном уровнях
ПК(У)-6	Способность к оценке технологичности и технологическому контролю простых и средней сложности конструкторских решений, разработке типовых процессов контроля параметров механических, оптических и оптико-электронных деталей и узлов
ПК(У)-7	Готовность к участию в монтаже, наладке настройке, юстировке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию опытных образцов, сервисном обслуживании и ремонте техники
ПК(У)-8	Способность к расчету норм выработки, технологических нормативов на расход материалов, заготовок, инструмента, выбору типового оборудования, предварительной оценке экономической эффективности техпроцессов
ПК(У)-9	Способность к разработке технических заданий на конструирование отдельных узлов приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией
ПК(У)-10	Готовность к участию в работах по доводке и освоению техпроцессов в ходе технологической подготовки оптического производства
ПК(У)-11	Способность к организации входного контроля материалов и комплектующих изделий
ПК(У)-12	Готовность к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества элементов приборов различного назначения

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение  
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Б.Б. Мойзес  
 « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021

**ЗАДАНИЕ  
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

Студенту:

Группа	ФИО
1Б7А	Ничинский Илья Михайлович

Тема работы:

<b>Разработка контрольной течи для решения задач контроля проникающими веществами</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	Приказ №12-46/с от 12.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:

11.06.2021

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Контрольные течи для проверки работоспособности пенопленочных составов, применяемых при контроле герметичности пузырьковым методом.
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- изучить способы контроля герметичности;</li> <li>- рассмотреть основные средства контроля герметичности пузырьковым методом;</li> <li>- привести обзор контрольных течей, предназначенных для проверки работоспособности пенообразующих составов, предлагаемые на рынке в настоящее время;</li> <li>- изучить принцип их работы, ценовую политику;</li> <li>- разработать разборную контрольную течь для проверки пенообразующих пленочных составов.</li> </ul>
<b>Перечень графического материала</b>	Презентация в Microsoft Power Point 10

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

Раздел	Консультант

«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Гасанов Магеррам Али оглы, д.э.н., профессор ОСГН
«Социальная ответственность»	Авдеева Ирина Ивановна, старший преподаватель ООД
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	05.10.2020

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Лобанова И.С.	к.т.н.		05.10.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б7А	Ничинский И.М.		05.10.2020

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 12.03.01 Приборостроение  
 Отделение контроля и диагностики  
 Период выполнения 2020/2021 учебные года

Форма представления работы:

<b>бакалаврская работа</b>
----------------------------

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

### КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.12.2020	Обзор источников информации	10
25.12.2020	Формулирование целей и задач работы, формулирование предмета и объекта разработки	5
30.0.2021	Обзор существующих контрольных течей, их принципа работы и ценовой политики	20
30.04.2021	Разработка контрольной течи для проверки качества пенопленочных составов	20
4.06.2021	Анализ полученных результатов и выводы о достижении цели в основном разделе ВКР	5
4.06.2021	Разработка разделов «Социальная ответственность», «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
11.06.2021	Оформление ВКР и презентационных материалов	10

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Лобанова И.С.	к.т.н.		05.10.2020

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель ООП 12.03.01 «Приборостроение»	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Мойзес Б.Б.	к.т.н., доцент		05.10.2020

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б7А	Ничинский И.М.

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавр	<b>Направление</b>	Приборостроение

**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. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение заинтересованных сторон и их ожиданий.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Проведение оценки экономической эффективности разработки контрольной течи

**Перечень графического материала**

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. График проведения НИ
4. Определение бюджета НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	15.02.2021
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Профессор ОСГН	Гасанов М.А.	д.э.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1Б7А	Ничинский И.М.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1Б7А	Ничинский Илья Михайлович

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	12.03.01 «Приборостроение»

Тема ВКР:

Разработка контрольной течи для решения задач контроля проникающими веществами

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

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p><b>Объект исследования</b> - контрольная течь для проверки качества дефектоскопических материалов при контроле пузырьковым и вакуумно-пузырьковым методом.</p> <p><b>Рабочая зона</b> - учебная лаборатория без вытяжки. Технологический процесс включает в себя работу с компьютером, с программным обеспечением «КОМПАС – 3D». Площадь отапливаемого помещения – 22 м<sup>2</sup>, освещение комбинированное, наличие ПК и рабочего места.</p> <p><b>Области применения</b> контрольных течей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Настройка течеискательной аппаратуры;</li> <li>• Проверка качества (характеристик) безаппаратурных средств индикации течей;</li> <li>• Настройка систем контроля герметичности на заданный порог чувствительности;</li> <li>• Установка браковочного уровня контроля герметичности;</li> <li>• Учебные и экзаменационные образцы в системе подготовки и аттестации персонала.</li> </ul>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<p>Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ</p> <p>Законодательные и нормативные документы по теме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ГОСТ 12.0.003-2015</li> <li>• СанПиН 2.2.4.548-96</li> <li>• ГОСТ 12.1.003-83</li> <li>• СН 2.2.4/2.1.8.566-96</li> <li>• ГОСТ 12.1.002–84</li> <li>• ГОСТ Р 22.0.01-2016</li> <li>• ГОСТ 12.0.004-90</li> <li>• ГОСТ 12.2.032-78</li> <li>• ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ</li> <li>• Федеральный закон № 426-ФЗ от 28.12.2013 г.</li> <li>• Федеральный закон № 421-ФЗ от 28.12.2013 г.</li> <li>• Федеральный закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 г.</li> <li>• Конституция Российской Федерации</li> </ul>
--	--

<p><b>2. Производственная безопасность:</b>  2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов  2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Выявить вредные факторы в лаборатории: освещенность, шум, вибрации, микроклимат;  Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• требования к технике безопасности при работе с ПК;</li> <li>• влияние психофизиологических факторов: монотонность труда, физические и эмоциональные перегрузки, умственное перенапряжение</li> </ul> <p>Выявить опасные факторы, относящиеся к оборудованию: электрический ток, короткое замыкание, статическое электричество</p>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<p>Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• степень экологической угрозы при использовании электроники и оборудования для визуального контроля (линейки, штангенциркули)</li> <li>• возможность вторичного использования материалов, с которыми проводятся опыты</li> <li>• утилизация макулатуры, микросхем оборудования и периферийных устройств</li> </ul>
<p><b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b></p>	<p>Определить перечень наиболее возможных ЧС: пожар, взрыв, разрушение зданий в результате разрядов атмосферного электричества, ураган. Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара;  Рассмотреть профилактические мероприятия, требования к безопасности и меры по ликвидации её последствий:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. использование огнетушителя, песка, асбестового одеяла, пожарного крана и пожарного щита;</li> <li>2. обеспечение средствами индивидуальной защиты;</li> <li>3. организационная эвакуация работников.</li> </ol>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна	-		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б7А	Ничинский И.М.		



## **Реферат**

Дипломная работа содержит 93 страницы, 14 рисунков, 25 таблиц, 20 формул, 25 источников информации.

**Цель работы** — Разработка разборной контрольной течи для оценки работоспособности пенообразующих пленочных составов.

В процессе работы был разработана контрольная течь. Конструкция разработанной течи проста и состоит из двух основных элементов: прецизионной пары и корпуса. Контрольная течь пригодна для ремонта: при выходе из строя прецизионной пары, ее можно заменить на такую же. Была создана 3D – модель контрольной течи и выполнены чертежи с указанием размеров.

## Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. СДОС 07-2012 Методические рекомендации о порядке проведения контроля герметичности технических устройств и сооружений, применяемых и эксплуатируемых на опасных производственных объектах. – М: НТЦ «Промышленная безопасность», 2012. – 82 с
2. ГОСТ 24054-80 Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования (с Изменением N 1). – М: ИПК Издательство стандартов, 2005 – 8 с
3. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 30.04.2021) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.05.2021) – 2021.
4. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. – 1978.
5. Специальная оценка условий труда в ТПУ. – 2018
6. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – 1996.
7. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». - 2021
8. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – 2016.
9. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – 1982.
10. ГОСТ Р 53692-2009 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла отходов. – 2009.
11. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования. – 1991.

12. ГОСТ 10700-97 Макулатура бумажная и картонная. Технические условия. – 1997.
13. Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" от 24.06.1998 N 89-ФЗ. – 1989.
14. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – 2009.
15. СП 51.13330.2011 Защита от шума. – 2011.
16. ГОСТ 12.4.124-83. «Система стандартов безопасности труда. Средства защиты от статического электричества». – 1983.

## **Обозначения и сокращения**

ОК – объект контроля

ППС – пенообразующий пленочный состав

КТ – контрольная течь

СП – свод правил

СанПиН – санитарные правила и нормы

## Оглавление

Введение .....	16
1 Обзор методов контроля герметичности .....	18
1.1 Методы контроля герметичности.....	19
1.1.1 Жидкостные методы контроля герметичности.....	19
1.1.2 Газовые методы контроля герметичности .....	20
1.1.2.1 Пневматический способ надува пробного газа .....	21
1.1.2.2 Вакуумный пузырьковый способ.....	22
1.2 Область применения контроля герметичности .....	24
1.3 Выводы по главе 1 .....	25
2 Средства для проведения контроля герметичности .....	26
2.1 Вакуумная рамка .....	26
2.2 Пенообразующий пленочный состав .....	27
2.3 Контрольные течи .....	27
2.3.1 Контрольная течь «КТ-1».....	28
2.3.2 Контрольная течь «КТ-2 АКУСТИКА» .....	30
2.3.3 Капиллярная контрольная течь .....	32
2.4 Выводы по главе 2.....	34
3 Разработка контрольной течи для проверки качества пенопленочных составов .....	35
3.1 Расчет отверстия для контрольной течи .....	35
3.2 Конструкция течи.....	36
3.2.1 Прецизионная пара .....	36
3.2.2 Корпус .....	39
3.3 Выводы по главе 3.....	42
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	43
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	43
4.1.1 Потенциальные потребители результатов.....	43
4.1.2 Технология QuaD.....	44
4.1.3 SWOT - анализ .....	46

4.2	Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.....	50
4.3	Планирование научно-исследовательских работ .....	50
4.3.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	50
4.3.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	51
4.3.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	52
4.3.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	60
4.3.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	60
4.3.4.2	Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ .....	62
4.3.4.3	Основная заработанная плата исполнителей темы .....	63
4.3.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	66
4.3.4.5	Накладные расходы .....	67
4.3.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта .....	67
4.4	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	68
4.5	Выводы по главе 4.....	71
5	Социальная ответственность .....	72
5.1	Правовые и организационные вопросы в обеспечении безопасности .....	72
5.1.1	Правовые нормы трудового законодательства .....	72
5.1.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	73
5.2	Производственная безопасность .....	74
5.2.1	Отклонение показателей микроклимата в закрытом помещении .....	75
5.2.2	Зрительное напряжение.....	76
5.2.3	Недостаточная освещенность .....	77
5.2.4	Нервные перегрузки .....	78
5.2.5	Поражение электрическим током .....	79
5.2.6	Повышение уровня шума .....	80
5.2.7	Короткое замыкание .....	80

5.2.8 Статическое электричество .....	80
5.3 Экологическая безопасность .....	81
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	82
5.5 Выводы по главе 5 .....	85
Заключение .....	86
Список используемых источников .....	87
Приложение А. Сравнительная таблица контрольных течей, представленных на рынке .....	90
Приложение Б. Сборочный чертеж разработанной контрольной течи .....	91
Приложение В. Чертеж внутреннего тела прецизионной пары .....	92
Приложение Г. Чертеж втулки прецизионной пары .....	93

## Введение

Наша страна один из крупнейших экспортеров природных ресурсов, в частности нефти и газа. Но залежи нефти и газа находятся в глубине страны, и такое достижения было бы невозможно без создания достаточно протяженных трубопроводов. Тысячи километров трубопроводов протянулись по нашей необъятной стране. Трубопровод состоит из труб, которые соединены между собой с помощью сварки. Чтобы не было утечек газа, сварные швы необходимо проверять на герметичность. В ином случае может произойти утечка газа или нефти, что неизбежно повлияет на окружающую среду и приведет к экологической катастрофе. Тонны природных ресурсов хранятся в огромных емкостях, целостность и герметичность которых необходимо проверять с помощью контроля герметичности. Контролю герметичности подвергают хранилища и трубопроводы нефтепродуктов и газов, ядерные установки, хранилища с химическими веществами, системы самолета, малогабаритные изделия массового производства, выпускаемые химическими, электронными, автомобильными и другими отраслями промышленности.

В зависимости от типа регистрируемого контрольного вещества различают жидкостные и газовые методы контроля герметичности. Одним из основных средств для проведения контроля герметичности являются контрольные течи. Они предназначены для настройки течеискательной аппаратуры и проверки работоспособности пенообразующих пленочных составов. В настоящее время на рынке представлены неразборные контрольные течи. Основным недостатком таких течей является то, что с течением времени мембрана заполняется остатками мыльного раствора, что препятствует выходу газа через мембрану, и, соответственно, не дает возможности оценить качество применяемого пенообразующего пленочного состава.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка разборной контрольной течи для оценки работоспособности пенообразующих пленочных составов.



Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить способы контроля герметичности;
- рассмотреть основные средства контроля герметичности пузырьковым методом;
- привести обзор контрольных течей, предназначенных для проверки работоспособности пенообразующих пленочных составов, предлагаемые на рынке в настоящее время;
- изучить принцип их работы, ценовую политику;
- разработать разборную контрольную течь для проверки пенообразующих пленочных составов.

## 1 Обзор методов контроля герметичности

Контроль герметичности осуществляется с применением пробных веществ, которые способны проникать через течи под действием перепада давления на концах канала течи или за счет капиллярных сил, и средств контроля, обеспечивающих регистрацию их проникновения. В зависимости от типа проникающего вещества, газ или жидкость, различают газовые и жидкостные методы соответственно, как описано в СДОС 07-2012 [1].

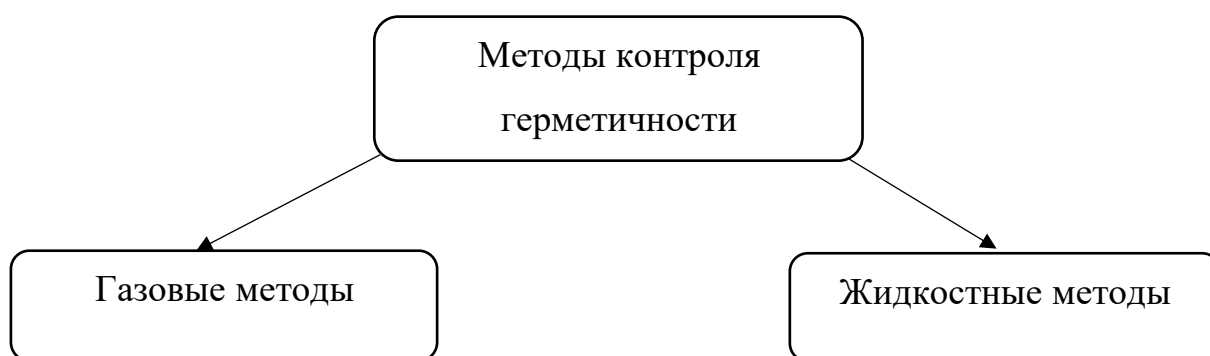


Рисунок 1 – Методы контроля герметичности

Из-за небольших размеров молекул газовые методы контроля герметичности обладают наибольшей чувствительностью к обнаружению дефектов и позволяют выявлять дефекты очень малых размеров. В качестве пробного вещества используют гелий, аргон, воздух и другие газообразные вещества.

Жидкостные способы менее чувствительны из-за большего размера молекул по сравнению с газовыми методами. В качестве пробных веществ используются жидкости, обладающие, как правило, высокой проникающей способностью, например, керосины и масла, однако применяют и воду.

Метод испытаний необходимо выбирать в зависимости от назначения изделий, их конструктивно-технологических особенностей, требований к степени негерметичности, а также технико-экономических характеристик испытаний [2].

## **1.1. Методы контроля герметичности**

### **1.1.1 Жидкостные методы контроля герметичности**

Контроль герметичности жидкостными способами может проводиться либо с помощью давления жидкости, либо с помощью действия капиллярных сил. В первом случае в контролируемом изделии создается давление жидкости и визуально по появлению струй, капель и потоков жидкости устанавливается место дефекта. Во втором случае, на контролируемую поверхность наносится жидкость, обладающая высокой проникающей способностью, и регистрация дефектов происходит визуально с помощью контраста следов контрольной жидкости, образуемых в местах течи, на фоне поверхности контролируемого объекта.

Давление испытания и длительность нахождения изделия под давлением устанавливаются проектной конструкторской документацией и указываются в чертежах.

Жидкостные методы контроля подразделяются на следующие методы и способы [1]:

- яркостный метод: способ опрессовки; яркостный и цветной капиллярные способы (метод керосиновой пробы)
- люминесцентный метод: люминесцентно – гидравлический способ; люминесцентно – гидравлический способ с индикаторным покрытием; люминесцентно – капиллярный способ

### **1.1.2. Газовые методы контроля герметичности**

Газовые методы контроля герметичности заключаются в регистрации пробного газа в местах течи или в регистрации падения давления в объекте контроля. Место расположения дефекта устанавливается визуально при помощи пенообразующих пленочных составов, а также с помощью течеискателей.

Газовые методы контроля подразделяются на следующие методы и способы [1]:

- Масс-спектрометрический метод
  - Способ вакуумной (гелиевой) камеры
  - Способ опрессовки гелием замкнутых оболочек
  - Способ термовакуумных испытаний
  - Способ гелиевого щупа с применением масс-спектрометрических течеискателей
  - Способ обдува гелием
- Галогенный метод контроля герметичности
  - Способ галогенного атмосферного щупа
  - Способ обдува с применением вакуумного преобразователя
- Звуко-резонансный и катарометрический методы контроля герметичности.
  - Способ атмосферного щупа
- Контроль герметичности пузырьковым методом
  - Пневматический способ надувом пробного газа (способ обмыливания)
  - Способ опрессовки с погружением в жидкость (аквариумный способ)
  - Вакуумный пузырьковый способ
- Манометрический метод контроля герметичности

- (способ по падению давления)
- Акустический метод контроля герметичности
- Метод контроля герметичности с применением сенсорных течеискательных элементов

Контрольные течи используются для проверки работоспособности ППС, который применяется при контроле герметичности вакуумным пузырьковым способом и способом надува пробного газа (способ обмыливания). Рассмотрим эти способы подробнее.

### **1.1.2.1. Пневматический способ надува пробного газа**

При контроле пневматическим способом надувом пробного газа объект контроля заполняется пробным газом под избыточным давлением. Аэрозольным нанесением или с помощью кисточки ППС наносится на поверхность. Наблюдение пузырей будет свидетельствовать о наличии дефектов в ОК.

Порядок проведения контроля [3]:

- в ОК создается предварительное давление пробного газа величиной 10-15% от требуемого;
- производится проверка работоспособности дефектоскопических материалов с помощью калиброванной контрольной течи «КТ-1», откалиброванной на микропоток пробного газа, или с помощью другого калиброванного источника микропотока пробного газа;
- мягкой волосяной кистью или краскораспылителем на контролируемую поверхность наносится пенообразующий пленочный состав и осуществляется визуальное наблюдение;
- затем давление поднимают до требуемого;
- после выдержки 5-15 минут осматривают контролируемую поверхность в целях обнаружения пузырьков контрольного газа.

После проведения контроля ППС удаляют с контролируемой поверхности, а давление сбрасывают.

При нанесении ППС для выявления больших дефектов (более  $1 \cdot 10^4$   $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$ ) осмотр следует проводить непосредственно во время нанесения ППС. Для выявления малых дефектов время выдержки должно быть не менее 20 минут с момента нанесения состава.

Данный способ контроля герметичности относится к четвертому классу герметичности. Пороговая чувствительность пневматического способа надувом пробного газа более  $6,7 \cdot 10^{-7}$  до  $6,7 \cdot 10^{-6}$   $\text{м}^3 \cdot \text{Па}/\text{с}$  [1].

### 1.1.2.2 Вакуумный пузырьковый способ

Контроль вакуумным пузырьковым способом заключается в том, что в разряженную полость, на поверхность которой нанесен ППС, через несплошности может просачиваться контрольный газ из-за перепада давления. Таким образом, дефекты ОК визуально регистрируются в виде пузырей и вздутий при механическом воздействии контрольного газа на пленку ППС.

Схема проведения контроля герметичности вакуумным пузырьковым способом представлена на рисунке 2.

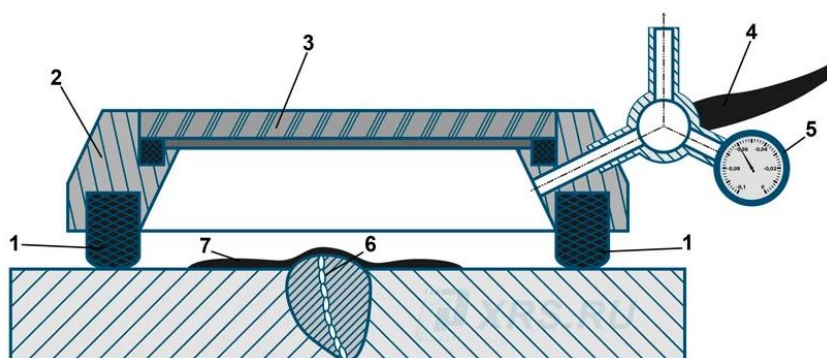


Рисунок 2 - Схема проведения контроля герметичности вакуумным пузырьковым способом, где 1 - резиновые уплотнения, 2 - корпус рамки, 3 - окно, 4 - кран, 5 - манометр, 6 - течь в сварном соединении, 7 - пенообразующий состав.

Для создания разряженной полости применяются вакуумные рамки, которые устанавливаются на контролируемую поверхность. Вакуумная рамка представляет собой металлический корпус 2 с прозрачной крышкой - окном 3. На торце рамки закреплен резиновый уплотнитель 1. Для контроля создаваемого в рамке разряжения используется манометр. При откачивании воздуха насосом рамка присасывается к контролируемой поверхности, тем самым создавая разряженную полость.

Порядок проведения контроля [1]:

- на контролируемый участок незамкнутой конструкции ОК наносится пенообразующий пленочный состав;
- на контролируемый участок устанавливается вакуумная рамка;
- в вакуумной камере создается давление 29,9 кПа -76,5 кПа [200 - 600 мм рт. ст.];
- время с момента нанесения состава до момента осмотра не должно превышать 10 мин;
- визуальный осмотр контролируемого участка осуществляется через прозрачный верх рамки.

Таким образом, при включении насоса создается перепад давлений контрольного газа атмосфера – вакуум. Воздух начинает проникать через течи, о чем свидетельствует образование пузырьков на контролируемой поверхности. Оператор наблюдает через окно вакуумной рамки и визуально регистрирует места утечек.

Данный способ подходит только для контроля поверхности с односторонним доступом

Вакуумный пузырьковый способ контроля герметичности относится к четвертому классу герметичности. Пороговая чувствительность этого способа более  $6,7 \cdot 10^{-7}$  до  $6,7 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \cdot \text{Па/с}$ . [1]

## 1.2 Область применения контроля герметичности

Контроль герметичности – вид неразрушающего контроля изделий, заключающийся в измерении или оценке суммарного потока рабочего, контрольного либо пробного вещества, проникающего через неплотности. Его сравнивают с допускаемой по техническим условиям на изготовление изделия величиной.

В качестве пробных веществ используют жидкости с большой проникающей способностью или газы. Пробное вещество проникает через дефекты и позволяет визуально определить их местоположение.

Контроль герметичности используется во многих областях промышленности. Например, в нефтяной и газовой отраслях, контролируется целостность и герметичность резервуаров и труб разными способами контроля герметичности. Самолетостроение остро нуждается в проверке герметичности различными способами, так как от этого напрямую зависят жизни людей. Огромную роль играет применение контроля герметичности в космической промышленности. Ведь в этой области утечки воздуха не должны быть возможны.

Герметичность системы выражается потоком газа (жидкости), проникающего или вытекающего из системы в единицу времени. Контроль герметичности подходит для поиска сквозных дефектов. Однако некоторые жидкостные методы контроля подходят и для поиска несквозных дефектов. Огромное преимущество контролю герметичности в сравнении с другими методами контроля дает то, что его можно использовать при контроле изделий из любых материалов.



### **1.3 Выводы по главе 1**

В данной главе были рассмотрены методы контроля герметичности. Существует два метода: жидкостный и газовые. Они различаются по молекулярному состоянию пробного вещества: жидкость или газ. Данные методы в свою очередь подразделяются на способы контроля герметичности. Следует заметить, что газовые методы обладают большей чувствительностью, так как размер молекулы газа меньше, чем размер молекулы жидкости, следовательно, молекулы газа могут проникнуть через дефект меньшего размера. КТ используются для проверки работоспособности ППС. В свою очередь, ППС используется при контроле герметичности пневматическим способом надува пробного газа и вакуумным пузырьковым способом. В главе были подробно рассмотрены данные способы и порядок проведения контроля этими способами.

## **2 Средства для проведения контроля герметичности**

### **2.1 Вакуумная рамка**

Вакуумная рамка служит основным средством для проведения контроля герметичности вакуумным пузырьковым способом. Этим способом можно выявить трещины, поры, сквозные дефекты и в сварных соединениях, околошовной зоне и основных изделий из металла или пластика. Вакуумные рамки применимы для контроля объектов с односторонним доступом. Это могут быть котлы, различные ёмкости, трубопроводы и т.п.

Вакуумная рамка представляет собой прозрачный экран, выполненный чаще всего из поликарбоната [4], с резиновым уплотнителем по контуру экрана. Резиновый уплотнитель необходим для создания герметичности, чтобы при вакуумировании воздух не проникал под рамку. Также на одной из держателей рамки устанавливается манометр для контроля давления внутри рамки. На участок контролируемой поверхности наносят пенопленочный индикатор, прикладывают рамку и создают разрежение с помощью насоса. Воздух поступает в полость камеры из дефектов в результате перепада давления, и на контролируемой поверхности наблюдается пузырь газа, регистрирующий место утечки.

В зависимости от формы объекта контроля, типов сварных соединений на рынке товаров представлен богатый выбор вакуумных камер различных форм.

Следует отметить, что для контроля герметичности с использованием вакуумных рамок требуется обработка сварных швов, бугристая и неоднородная поверхность таких швов может препятствовать созданию герметичного соединения между рамкой и поверхностью объекта контроля. Кроме того, резиновый уплотнитель на таких поверхностях подвержен большому износу, что уменьшает долговечность вакуумной рамки

## **2.2 Пенообразующий пленочный состав**

При контроле герметичности вакуумным пузырьковым способом или способом обмыливания применяется пенообразующий пленочный состав. Это специальный состав на водной или спиртовой основе с применением органических веществ. Качественный раствор ППС обладает отличной динамической вязкостью, что позволяет ему медленно стекать с поверхности объекта контроля под действием своей массы.

Поиск дефектов при контроле герметичности происходит за счет наблюдения видимых пузырей, которые свидетельствуют о наличии течи в ОК. При наличии несплошностей в контролируемом объекте, газ проникает через них и оказывается механическое воздействие на пленку ППС, тем самым деформируя ее. При этом наблюдаются растущие пузырьки или пенные вздутия.

В настоящее время на рынке представлено достаточно много ППС. Они отличаются временем выявления течей, чувствительностью, способом нанесения на контролируемую поверхность (кисточкой, погружением в ванну или аэрозольным способом) и характером выявления течей.

## **2.3 Контрольные течи**

Контрольная течь - калиброванный источник микро-потоков контрольного газа для проверки пороговой чувствительности течеискателей методом щупа и способов контроля герметичности при щуповых испытаниях и проверки качества дефектоскопических материалов при контроле пузырьковым методом.

Области применения контрольных течей:

- Настройка течеискательной аппаратуры;
- Проверка качества (характеристик) безаппаратурных средств индикации течей;

- Настройка систем контроля герметичности на заданный порог чувствительности;
- Установка браковочного уровня контроля герметичности;
- Учебные и экзаменационные образцы в системе подготовки и аттестации персонала.

Контрольные течи используются для проверки работоспособности пенопленочного состава. ППС из-за неправильного хранения, не соблюдения правил транспортировки и ряда других причин может терять свои свойства и, соответственно, работоспособность. Проверка работоспособности ППС производится путем нанесения состава на поверхность контрольной течи и индикации выходящего потока контрольного газа с помощью видимых пузырей. Если пузыри не наблюдаются в месте выхода контрольного газа, то это значит, что ППС не работоспособен и не может использоваться при контроле герметичности вакуумным пузырьковым способом или способом обмыливания.

### 2.3.1 Контрольная течь «КТ-1»

Контрольная течь «КТ-1» - калиброванный источник микропотоков пробного газа. С ее помощью проверяется качество пенопленочных индикаторов при контроле пузырьковым и вакуумно-пузырьковым методом, а также проверяются течеискатели, а точнее их пороговая чувствительность.



Рисунок 3 – Контрольная течь «КТ-1»

Конструкция течи «КТ-1» и схема подключения представлена на рисунке 4 и рисунке 5. Конкретное значение микропотока выбирается исходя из калибровочной характеристики (зависимость расхода газа через мембрану от давления пробного газа на входе в систему).

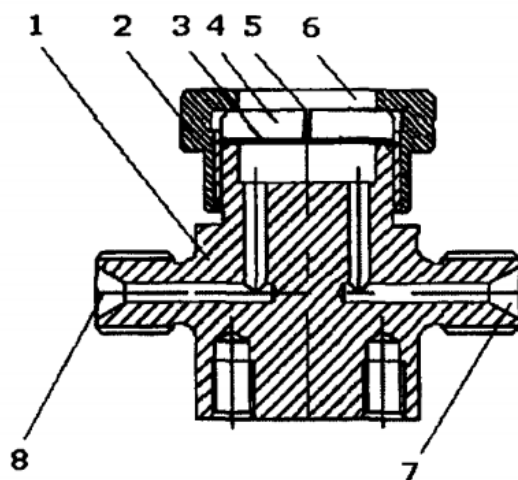


Рисунок 4 – Конструкция течи «КТ-1», где 1 - корпус; 2 - прижимной кольцевой элемент, 3 - проницаемая мембрана; 4- конденсор газа с емкостью для калибровки пузырьковым методом; 5 - капиллярный канал конденсора для выхода пробного газа; 6 - калибровочная емкость; 7,8 - вход и выход для подключения к магистрали контрольного газа

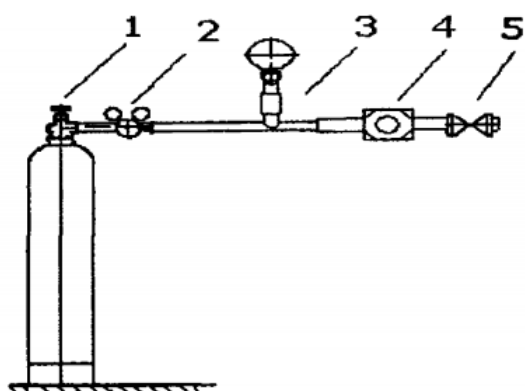


Рисунок 5 – Схема подключения контрольной течи «КТ-1», где 1- баллон с пробным газом, 2 - газовый редуктор, 3-манометр, 4 - контрольная течь «КТ-1», 5 - газовый клапан

*Принцип работы:* из баллона 1 (рисунок 5) под давлением контрольный газ подается в контрольную течь и выходит через отверстие 8 (рисунок 4). Позже отверстие 8 перекрывается и в корпусе течи остается чистый контрольный газ, который под давлением начинает диффундировать через мембрану 3 (рисунок 4) и через капиллярное отверстие 5 (рисунок 4) выходит на поверхность.

С помощью пузырькового способа осуществляется калибровка течи. Для этого в емкость 6 (рисунок 4) заливается ППС и устанавливается микроскоп. Замеряется время роста газового пузыря. Скорость диффузии напрямую зависит от изменения давления контрольного газа на входе. Эта зависимость указывается в калибровочной характеристике. При использовании контрольной течи специалист руководствуется этой характеристикой и выбирает давление в зависимости от требуемой скорости диффузии.

*Цена контрольной течи «КТ-1»:* 110000 руб. [5]

### **2.3.2 Контрольная течь «КТ-2 АКУСТИКА»**

Контрольная течь «КТ-2 АКУСТИКА» предназначена для проверки работоспособности течеискательной аппаратуры при проведении контроля герметичности неконтактным акустическим газовым методом и проверки пороговой чувствительности акустического газового метода с помощью калиброванных контрольных течей с площадью критического поверяемого микросопла  $0,02 \text{ мм}^2 \pm 1\%$ .

Контрольная течь «КТ-2 АКУСТИКА» позволяет производить калибровку нижнего порога чувствительности течеискательной аппаратуры и неконтактного акустического газового метода контроля герметичности с применением контактных усилителей акустического поля сквозного дефекта как средств контроля герметичности, применяемых в процессе пневмоиспытаний



Рисунок 6 – Контрольная течь «КТ-2»

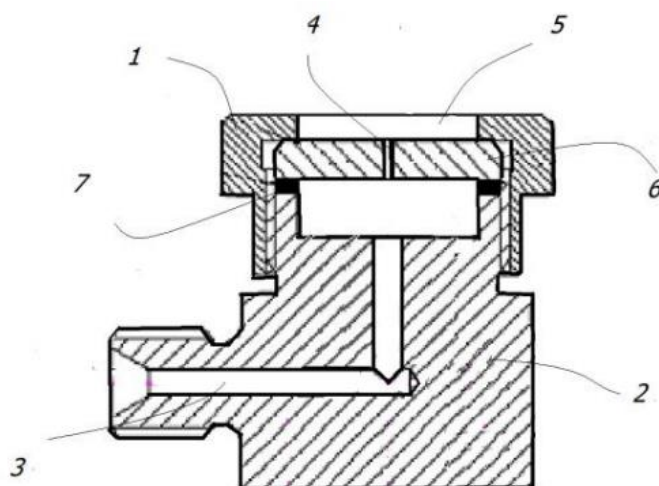


Рисунок 7 – Конструкция течи «КТ-2», где 1 - прижимная гайка; 2 – корпус контрольной течи; 3 - входной канал; 4 –критическое калиброванное микросопло, выполненное во вставке – 6; 5 - выполненная в прижимной гайке калибровочная емкость; 7- уплотнительный элемент.

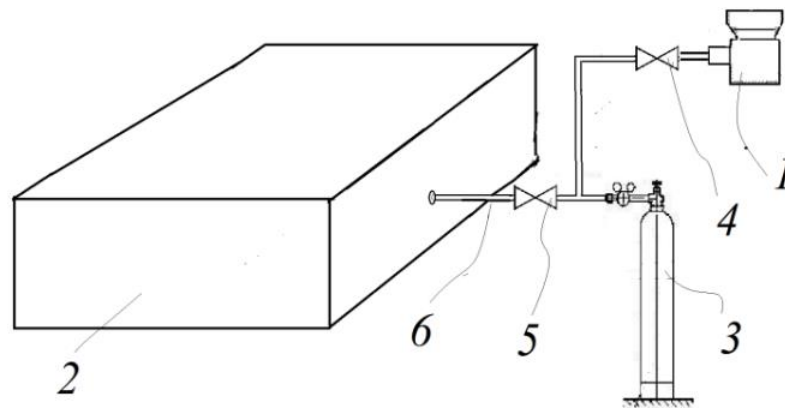


Рисунок 8 – Схема подключения контрольной течи «КТ-2», где 1 – контрольная течь в сборе; 2-объект контроля; 3- баллон с контрольным газом (или иное средство создания контрольной среды) 4, 5 – газовые клапаны. 6- штенгельная заправочная трубка

*Цена контрольной течи «КТ-2»: 125000 руб. [5]*

### 2.3.3 Контрольная капиллярная течь

Контрольная капиллярная течь предназначена для настройки течеискательной аппаратуры или количественной оценки величины негерметичности при проведении контроля герметичности.

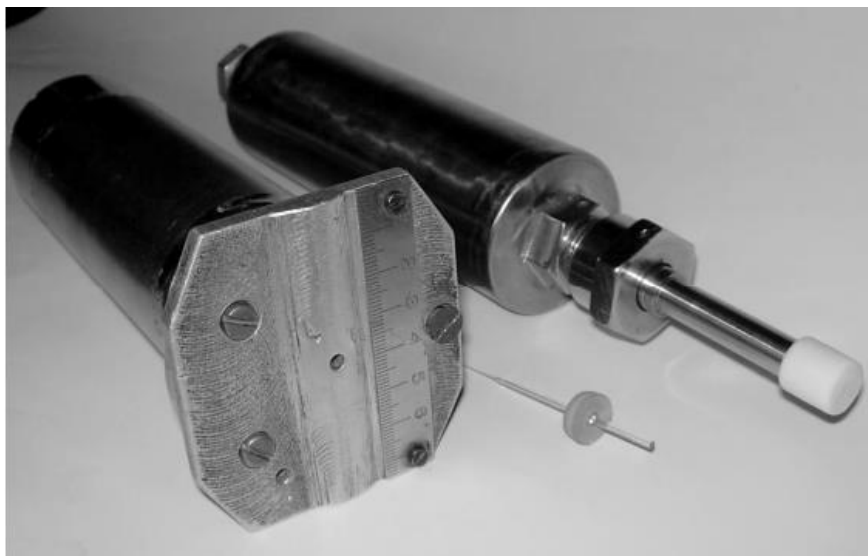


Рисунок 9 – Капиллярная контрольная течь



Контрольная течь состоит из корпуса 3 (рисунок 10), куда закачивается контрольный газ через клапан 4 с заглушкой 5 и патрубка 1, который служит для присоединения различных аксессуаров. Например, линейки (исполнение 2), с помощью которой определяется скорость перемещения щупа течеискателя. Кроме того, с помощью патрубка возможно присоединять течь к испытываемой системе (исполнение 1).

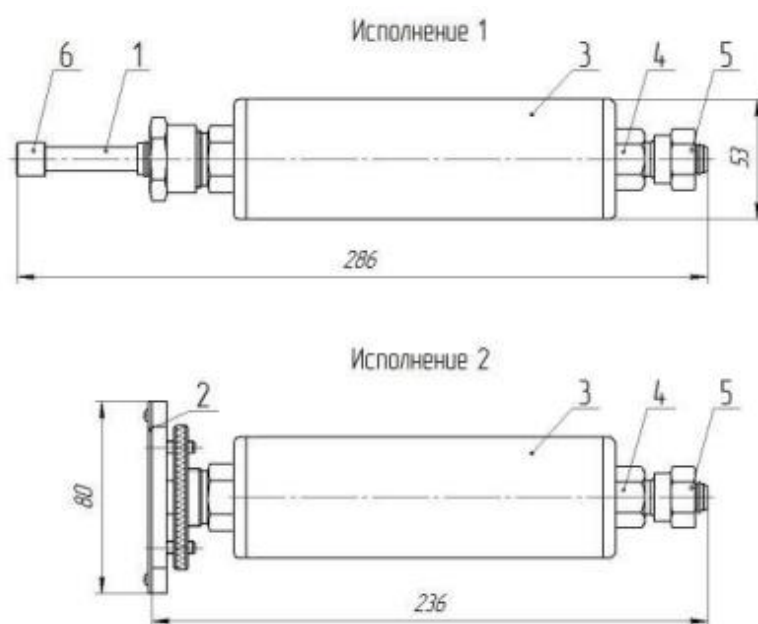


Рисунок 10 – Конструкция капиллярной контрольной течи, где 1 – патрубок для присоединения к испытываемой системе или барокамере; 2 – линейка для настройки щупа; 3 – корпус; 4 – заправочный клапан; 5, 6 – заглушка.

*Цена капиллярной контрольной течи: 130000р [5].*

Сравнительная характеристика, наиболее популярных, имеющих на рынке контрольных течей представлена в приложении А.

## **2.4 Выводы по главе 2:**

В данной главе были рассмотрены основные средства для проведения контроля герметичности пузырьковым способом. Для создания вакуумированных пространств используются вакуумные рамки различных конструкций в зависимости от типа контролируемой поверхности. Для индикации несплошностей материала используется пенообразующий пленочный состав. Однако для проверки его работоспособности необходимо использовать контрольную течь. Были рассмотрены наиболее популярные контрольные течи, которые существуют на рынке, их принцип работы и ценовая политика.

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

### **4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

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

Контрольная течь - калиброванный источник микро-потоков контрольного газа для проверки пороговой чувствительности течеискателей методом щупа и способов контроля герметичности при щуповых испытаниях и проверки качества дефектоскопических материалов при контроле пузырьковым и вакуумно-пузырьковым методом. Однако у существующих видов контрольных течей есть существенный недостаток: они непригодны для проверки работоспособности пенопластового индикатора.

Предприятия стремятся создать контрольную течь, которая могла бы быть пригодна для проверки работоспособности пенопластовых индикаторов и в то же время отвечала требованиям, которые ей предъявляются. В связи с этим, российские предприятия будут целевым рынком для результатов исследования.

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование. Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Сегментация рынка разработки контрольных течей по следующим критериям показана в таблице 1.

Таблица 1 – Сегментация рынка производства контрольных течей

		Вид отрасли		
		Создание разборной контрольной течи	Создание гелиевой контрольной течи	Создание капиллярной контрольной течи
Размер компании	Крупные		+++++++	+++++++
	Средние		//////////	
	Мелкие	*****		

+++++++ ООО «Вактрон»;

////////// ООО НТЦ «Эксперт»;

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

#### 4.1.2 Технология QuaD

**Технология QuaD** (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QuaD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) *Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:*

- влияние нового продукта на результаты деятельности компании;
- перспективность рынка;
- пригодность для продажи;
- перспективы конструирования и производства;
- финансовая эффективность.

- правовая защищенность и др.

2) *Показатели оценки качества разработки:*

- динамический диапазон;
- вес;
- ремонтпригодность;
- энергоэффективность;
- долговечность;
- эргономичность;
- унифицированность;
- уровень материалоемкости разработки и др.

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации.

Оценка разработанной контрольной течи по технологии QuaD приведена в таблице 2.

Таблица 2. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	
<b>Показатели оценки качества разработки</b>					
1. Возможность разборки	0,2	100	100	1	0,2
2. Удобство обслуживания	0,1	90	100	0,9	0,09
3. Надежность	0,1	80	100	0,8	0,08
4. Уровень материалоемкости разработки	0,05	80	100	0,8	0,04
5. Точность выдаваемого потока	0,1	70	100	0,7	0,07
6. Простота эксплуатации	0,05	90	100	0,9	0,045
7. Ремонтопригодность	0,1	90	100	0,9	0,09
<b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b>					
8. Конкурентоспособность продукта	0,1	60	100	0,6	0,06
9. Цена	0,1	60	100	0,6	0,06
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	80	100	0,8	0,08
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>800</b>	<b>1000</b>	<b>8</b>	<b>0,815(81,5)</b>

На основании данных таблицы 2 можно заключить, что средневзвешенное значение перспективности разработки контрольной течи составило 81,5, что больше 80, поэтому данную разработку можно считать перспективной.

#### 4.1.3 SWOT – анализ

Рассмотрим SWOT-анализ разработки контрольной течи, позволяющий оценить факторы влияния, способствующие или препятствующие

продвижению проекта на рынок.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз [25].

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Первый этап SWOT-анализа

	<b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>	<b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>
	С1 Возможность разборки контрольной течи С2 Ремонтопригодность С3 Простота конструкции	Сл1 Отсутствие опытного образца Сл2 Отсутствие проверки разработки в практической среде Сл3 Отсутствие бюджетного финансирования.
<b>Возможности:</b> В1 Большой потенциал применения разработки в России и других странах; В2 Наличие постоянного потребителя в лице организаций, занимающихся неразрушающим контролем		
<b>Угрозы:</b> У1 Отсутствие спроса на разработанную контрольную течь У2 Ошибки при разработке контрольной течи У3 Изменение цен на материалы		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

В рамках данного этапа необходимо построить интерактивную матрицу проекта. Ее использование помогает разобраться с различными комбинациями взаимосвязей областей матрицы SWOT. 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 «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах 4, 5, 6 и 7.

Таблица 4 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и возможности»

Сильные стороны				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	+
	B2	+	+	0

Таблица 5 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и возможности»

Слабые стороны				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	-	-	-
	B2	-	-	-

Таблица 6 – Интерактивная матрица проекта «Сильные стороны и угрозы»

Сильные стороны				
Угрозы		C1	C2	C3
	У1	+	0	+
	У2	-	0	0
	У3	-	0	-



Таблица 7 – Интерактивная матрица проекта «Слабые стороны и угрозы»

Слабые стороны				
		Сл1	Сл2	Сл3
Угрозы	У1	+	+	-
	У2	+	+	+
	У3	-	-	+

Таким образом, в рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 8).

Таблица 8 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1 Возможность разборки контрольной течи</p> <p>С2 Ремонтпригодность</p> <p>С3 Простота конструкции</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1 Отсутствие опытного образца</p> <p>Сл2 Отсутствие проверки разработки в практической среде</p> <p>Сл3 Отсутствие бюджетного финансирования.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1 Большой потенциал применения разработки в России и других странах;</p> <p>В2 Наличие постоянного потребителя в лице организаций, занимающихся неразрушающим контролем</p>	<p>Разборная конструкция контрольной течи, а также ее ремонтпригодность позволят выйти на российский и зарубежный рынки продаж</p>	<p>Создание опытного образца и его проверка помогут выявить недоработки и создать совершенную разработку, а финансирование поможет наладить производство и позволит выйти на российский и зарубежный рынки продаж</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1 Отсутствие спроса на разработанную контрольную течь</p> <p>У2 Ошибки при разработке контрольной течи</p> <p>У3 Изменение цен на материалы</p>	<p>Простая разборная конструкция контрольной течи, а также ее ремонтпригодность вполне способны ослабить влияние перечисленных угроз.</p>	<p>В связи с отсутствием опытного образца и его проверки на практике, отсутствием финансирования есть большой риск потери занятой ниши рынка</p>

## 4.2 Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Таблица 9 – Морфологическая матрица для разработки контрольной течи

	1	2	3
А. Материал	Сталь	Алюминий	Пластик
Б. Способ создания потока	Прецизионная пара	Конструкция «Седло-игла»	Диффузионная мембрана
В. Контрольный газ	Воздух	Гелий	Азот
Г. Источник контрольного газа	Подключаемый газовый баллон	Внешняя газовая камера	Внутренняя газовая камера

## 4.3 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в чей состав входят: бакалавр, научный руководитель, консультант по части социальной ответственности (СО) и консультант по экономической части (ЭЧ) выпускной квалификационной работы. Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проведем распределение исполнителей по видам работ (таблица 10).

Таблица 10 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
1	2	3	4
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, консультант ЭЧ, СО, бакалавр
Выбор направления исследований	2	Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр
	3	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, бакалавр,
	4	Патентный обзор литературы	Бакалавр
	5	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, бакалавр
Теоретические исследования	6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр
Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр
	8	Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, бакалавр
<b>Проведение ВКР</b>			
Разработка технической документации и проектирование	9	Разработка плана проведения исследования	Бакалавр, Руководитель
	10	Проведение экспериментальной части	Бакалавр
	11	Оценка эффективности производства и применения разработки	Бакалавр, консультант по ЭЧ
	12	Разработка социальной ответственности по теме	Бакалавр, консультант СО
Оформление комплекта документации по ВКР	13	Составление пояснительной записки	Бакалавр

#### 4.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к.

зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости  $t_{ожi}$  используется следующая формула (5):

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} \quad (5)$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_p$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (6)$$

где  $T_{pi}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дн.;

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

### 4.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

При выполнении дипломных работ студенты в основном становятся участниками сравнительно небольших по объему научных тем. Поэтому наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (7)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле (8):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (8)$$

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

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

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

Таким образом:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 96 - 14} = 1,48.$$

Все рассчитанные значения необходимо свести в таблицу 11.

Таблица 11 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название работ	Трудоёмкость работ									Исполнители	T <sub>p</sub> , раб. дн.			T <sub>p</sub> , кал. дн.		
		t <sub>min</sub> , чел-дн.			t <sub>max</sub> , чел-дн.			t <sub>ож</sub> , чел-дн.				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
1	Составление технического задания	0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Р	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4
		0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Б	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4
		0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	К <sub>1</sub>	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4
		0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	К <sub>2</sub>	0,25	0,25	0,25	0,4	0,4	0,4
2	Выбор направления исследований	0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Р	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
		0,5	0,5	0,5	2	2	2	1	1	1	Б	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7
3	Подбор и изучение материалов	5	5	5	10	10	10	7	7	7	Р	3,5	3,5	3,5	5,2	5,2	5,2
		5	5	5	10	10	10	7	7	7	Б	3,5	3,5	3,5	5,2	5,2	5,2
4	Литературный обзор	7	7	7	10	10	10	8	8	8	Б	8	8	8	11,8	11,8	11,8
5	Календарное планирование работ по теме	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Р	1	1	1	1,5	1,5	1,5
		1	1	1	3	3	3	2	2	2	Б	1	1	1	1,5	1,5	1,5
6	Проведение теоретических расчетов и обоснований	6	6	6	10	10	10	8	8	8	Б	8	8	8	11,8	11,8	11,8

Продолжение таблицы 11

7	Оценка эффективности результатов	3	3	3	8	8	8	6	6	6	Р	3	3	3	4,4	4,4	4,4
		5	5	5	13	13	13	9	9	9	Б	4,5	4,5	4,5	6,7	6,7	6,7
8	Определение целесообразности проведения ВКР	5	5	5	8	8	8	6	6	6	Р	3	3	3	4,4	4,4	4,4
		5	5	5	8	8	8	6	6	6	Б	3	3	3	4,4	4,4	4,4
9	Разработка плана проведения исследования	1	1	1	3	3	3	2	2	2	Р	1	1	1	1,5	1,5	1,5
		1	1	1	3	3	3	2	2	2	Б	1	1	1	1,5	1,5	1,5
10	Проведение экспериментальной части	5	5	5	14	14	14	10	10	10	Б	10	10	10	14,8	14,8	14,8
10	Оценка эффективности производства	7	7	7	13	13	13	10	10	10	Б	5	5	5	7,4	7,4	7,4
		7	7	7	13	13	13	10	10	10	К <sub>1</sub>	5	5	5	7,4	7,4	7,4
11	Разработка СО	7	7	7	13	13	13	10	10	10	Б	5	5	5	7,4	7,4	7,4
		7	7	7	13	13	13	10	10	10	К <sub>2</sub>	5	5	5	7,4	7,4	7,4
12	Составление пояснительной записки	10	10	10	20	20	20	16	16	16	Б	16	16	16	23,7	23,7	23,7

Р – руководитель;

Б – бакалавр;

К<sub>1</sub> – консультант по экономической части;

К<sub>2</sub> – консультант по социальной ответственности.

На основе таблицы 11 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы 5 с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике следует выделить различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.



Таблица 12 – Календарный план-график проведения НИОКР

Вид работы	Исполнители	$T_{ki}$ , дни	Продолжительность выполнения работ														
			февраль		март			апрель			май						
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Составление технического задания	Руководитель, бакалавр, консультант ЭЧ, СО	0,4															
Выбор направления исследований	Руководитель, бакалавр	0,7															
Подбор и изучение материалов	Руководитель, бакалавр	5,2															
Патентный обзор литературы	Бакалавр	11,8															
Календарное планирование работ	Руководитель, бакалавр	1,5															
Проведение теоретических расчетов и обоснований	Бакалавр	11,8															

Продолжение таблицы 12

Вид работы	Исполнители	$T_{ki}$ , дней	Продолжительность выполнения работ																			
			февраль		март			апрель			май											
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3									
Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, бакалавр	4,4 6,7																				
Определение целесообразности проведения ВКР	Руководитель, бакалавр	4,4																				
Разработка плана проведения исследования	Бакалавр	1,5																				
Проведение экспериментальной части	Бакалавр	14,8																				
Оценка эффективности производства	Бакалавр, консультант ЭЧ	7,4																				
Разработка социальной ответственности	Бакалавр, консультант СО	7,4																				

Продолжение таблицы 12

Вид работы	Исполнители	$T_{кi}$ , дней	Продолжительность выполнения работ															
			февраль		март			апрель			май							
			2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3					
Составление пояснительной записки	Бакалавр	23,7																

Руководитель	Бакалавр	Консультант ЭЧ	Консультант СО

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

В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- затраты на основное оборудование для научно-экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

##### **4.3.4.1 Расчет материальных затрат НТИ**

Данная статья включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта:

– приобретаемые со стороны сырье и материалы, необходимые для создания научно-технической продукции;

– покупные материалы, используемые в процессе создания научно-технической продукции для обеспечения нормального технологического процесса и для упаковки продукции или расходуемых на другие производственные и хозяйственные нужды (проведение испытаний, контроль, содержание, ремонт и эксплуатация оборудования, зданий, сооружений, других основных средств и прочее), а также запасные части для ремонта оборудования, износа инструментов, приспособлений, инвентаря, приборов, лабораторного оборудования и других средств труда, не относимых к основным средствам, износ спецодежды и других малоценных и быстроизнашивающихся предметов;

– покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, подвергающиеся в дальнейшем монтажу или дополнительной обработке;

– сырье и материалы, покупные комплектующие изделия и полуфабрикаты, используемые в качестве объектов исследований (испытаний) и для эксплуатации, технического обслуживания и ремонта изделий – объектов испытаний (исследований);

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i + N_{расхi}, \quad (9)$$

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

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

$C_i$ - 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.

Величина коэффициента ( $k_T$ ), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 13.

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед. руб			Затраты на материалы		
		Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3
Системный блок	Шт.	1	1	1	45000	45000	45000	52000	52000	52000
Монитор	Шт.	1	1	1	10000	10000	10000	11500	11500	11500
Клавиатура	Шт.	1	1	1	2000	2000	2000	2300	2300	2300
Компьютерная мышь	Шт.	1	1	1	1000	100	1000	1150	1150	1150
<b>Итого</b>								<b>66950</b>	<b>66950</b>	<b>66950</b>

#### 4.3.4.2 Расчет затрат на оборудование для научно-экспериментальных работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 14. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 14 – Расчет бюджета на приобретение оборудования для

№ п/п	Наименование оборудования	Количество			Цена единицы оборудования,			Затраты на материалы		
		Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3	Исп1	Исп2	Исп3
1	Система трехмерного проектирования «КОМПАС-3D» (программное обеспечение)	1	1	1	1500	1500	1500	1725	1725	1725
<b>Итого</b>								<b>1725</b>	<b>1725</b>	<b>1725</b>

научных работ.

#### 4.3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (10)$$

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:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (11)$$

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

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 11);

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (12)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб.дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб.дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб.дн.

В таблице 15 приведен баланс рабочего времени каждого работника НТИ.

Таблица 15 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Бакалавр	Консультант ЭЧ	Консультант СО
Календарное число дней	365	365	365	365
Количество нерабочих дней				
• выходные дни:	52	52	52	52
• праздничные дни:	14	14	14	14
Потери рабочего времени				
ск:	48	48	48	48
иходы по болезни:	7	7	7	7
Действительный годовой фонд рабочего времени	245	245	245	245

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p, \quad (13)$$

где  $Z_{\text{тс}}$  – заработная плата по тарифной ставке, руб.;



$k_{пр}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{тс}$ );

$k_{д}$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{тс}$ );

$k_{р}$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата  $Z_{тс}$  находится из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{с1} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_{т}$  и учитывается по единой для бюджетных организации тарифной сетке. Для предприятий, не относящихся к бюджетной сфере, тарифная заработная плата (оклад) рассчитывается по тарифной сетке, принятой на данном предприятии. Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет основной заработной платы

Категория	$Z_{тс}$ , руб.	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$ , руб	$Z_{дн}$ , руб.	$T_{р}$ , раб.дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель							
ППСЗ	12070	0,3	1,3	25105,6	1065,7	13,9	14813,2
Бакалавр							
ППС1	8600	0,3	1,3	17888	759,3	72,4	54973,3
Консультант ЭЧ							
ППСЗ	20080	0,3	1,3	41766,4	1772,9	6	10637,4
Консультант СО							
ППСЗ	20080	0,3	1,3	41766,4	1772,9	6	10637,4
<b>Итого</b>							<b>91061,3</b>

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (14)$$

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

Общая заработная исполнителей работы представлена в таблице 17.

Таблица 17 – Общая заработная плата исполнителей

Исполнитель	$Z_{\text{осн}}$ , руб.	$Z_{\text{доп}}$ , руб.	$Z_{\text{зн}}$ , руб.
Руководитель	14813,2	2221,9	17035,1
Бакалавр	54973,3	8245,9	63219,2
Консультант ЭЧ	10637,4	1595,6	12233
Консультант СО	10637,4	1595,6	12233
<b>Итого</b>	<b>91061,3</b>	<b>13659</b>	<b>104720,3</b>

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

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (15)$$

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

На 2014 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% .

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	14813,2	2221,9
Бакалавр	54973,3	8245,9
Консультант ЭЧ	10637,4	1595,6
Консультант СО	10637,4	1595,6
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
<b>Итого:</b>	<b>28379,2</b>	

#### 4.3.4.5 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:

$$Z_{\text{накл}} = k_{\text{нр}} \cdot (\text{сумма статей } 1 \div 5), \quad (16)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16 %.

$$Z_{\text{накл}} = 0,16 \cdot (66950 + 1725 + 91061,3 + 13659 + 28379,2) = 32283,9$$

#### 4.3.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 19.

Таблица 19 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
1. Материальные затраты НТИ	66950			таблица 15
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	1725			таблица 16
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	91061,3			таблица 18
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13659			таблица 19
5. Отчисления во внебюджетные фонды	28379,2			таблица 20
6. Накладные расходы	32283,9			16 % от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	<b>234058,4</b>			Сумма ст. 1-6

Как видно из таблицы 19 основные затраты НТИ приходятся на затраты по основной заработной плате для научных работников.

#### **4.4 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 соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (17)$$

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

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

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

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах, либо соответствующее численное удешевление стоимости в разгах.

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (18)$$

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 экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблице 20.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Возможность разборки КТ	0,2	5	4	2
2. Надежность	0,1	5	4	4
3. Уровень материалоемкости разработки	0,05	5	4	4
4. Удобство обслуживания	0,1	3	3	2
5. Точность выдаваемого потока	0,1	3	4	5
6. Простота эксплуатации	0,05	4	4	4
7. Конкурентоспособность продукта	0,15	4	4	3
8. Цена	0,1	5	4	3
9. Ремонтпригодность	0,15	5	5	2
Итого	1	4,4	4,05	2,95

Сравнив значения интегральных показателей ресурсоэффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом для проектирования с позиции ресурсосбережения.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр}} \text{ и т.д.} \quad (19)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{ср}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (20)$$

Таблица 21 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	1	1	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,05	2,95
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	4,05	2,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,92	0,67

#### 4.5 Выводы по главе 4

В результате работы по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» выявили исполнение научно-исследовательской работы. Проведенный SWOT-анализ позволил выявить сильные и слабые стороны исследования, возможности и угрозы, а также взаимосвязь между ними. В рамках планирования научной работы была составлена структура работ, разработка графика этих работ и определение их трудоемкости. Рассчитан ориентировочный бюджет на создание научной разработки, а также проведена оценка эффективности научного исследования с позиции ресурсосбережения и сравнительная эффективность разработки. Исходя из полученных результатов можно сделать вывод, что наиболее эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является первый вариант исполнения.