

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

Институт Неразрушающего Контроля
Направление подготовки 12.03.01 «Приборостроение»
Кафедра Физических методов и приборов контроля качества

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы	
Метрологическое и аппаратное обеспечение учета расхода воды в жилищно-коммунальном хозяйстве.	

УДК 681.121.8:628.171.033

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3Б	Перцев Евгений Александрович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК	Степанов Александр Борисович			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер	Маланова Наталья Викторовна	Кандидат технических наук		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ФМПК ИНК ТПУ	Суржиков Анатолий Петрович	Доктор физ. – мат. наук. профессор		

Томск – 2017 г.

Планируемые результаты обучения

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для разработки, производства, отладки, настройки и аттестации средств приборостроения с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОПК-1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10; ОК-3,9; ПК-2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11,12, 13, 14, 15, 16,17, 18), Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Участвовать в технологической подготовке производства, подбирать и внедрять необходимые средства приборостроения в производство, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов; принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-3, ОПК-7; ПК-8,9,10, 11, 12, 13-18) Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P3	Эксплуатировать и обслуживать современные средств измерения и контроля на производстве, обеспечивать поверку приборов и прочее метрологическое сопровождение всех процессов производства и эксплуатации средств измерения и контроля; осуществлять технический контроль производства, включая внедрение систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-9, ОПК-3; ППК-14, 15, 16). Критерий 5 АИОР (п.1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EURACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Использовать творческий подход для разработки новых оригинальных идей проектирования и производства при решении конкретных задач приборостроительного производства, с использованием передовых технологий; критически оценивать полученные теоретические и экспериментальные данные и делать выводы; использовать основы изобретательства, правовые основы в области интеллектуальной собственности	Требования ФГОС (ОК-3,ОК-6, ОПК-2, 3,4, 5, 6, 7,8,9, ПК-1,2,9,14). Критерий 5 АИОР (п.1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования по своему профилю с использованием новейших достижения науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта в области знаний, соответствующей выполняемой работе	Требования ФГОС (ОК-5, ОК-6 ОПК-2, 3,4,5,6; ПК-1,2,3,4). Критерий 5 АИОР (п.1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Использовать базовые знания в области проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; уметь делать экономическую оценку разрабатываемым приборам, консультировать по вопросам проектирования конкурентоспособной продукции	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-6,8,14,17), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные компетенции</i>		
P7	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС (ОК-7), Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-6, ПК-17), Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-2), Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а так же различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-2, 4, 8, 9,10; ОПК-9) Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-4), Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

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

Институт неразрушающего контроля
Направление подготовки (специальность) 12.03.01 «Приборостроение»
Кафедра физических методов и приборов контроля качества

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1БЗБ	Перцеву Евгению Александровичу

Тема работы:

Метрологическое и аппаратное обеспечение учета расхода воды в жилищно-коммунальном хозяйстве.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Анализ средств и методов для учета расхода жидкости. На основе этого анализа необходимо выбрать наиболее подходящий метод для учета расхода воды в ЖКХ.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор методов и средств для учета расхода, примеры аппаратных устройств.

Перечень графического материала	
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Грахова Елена Александровна
Социальная ответственность	Маланова Наталья Викторовна

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель кафедры ФМПК ИНК ТПУ	Степанов Александр Борисович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3Б	Перцев Евгений Александрович		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 78 с., 22 рис., 5 табл., 14 источников.

Ключевые слова: расходомер, расход воды на ЖКХ, вода.

Объектом исследования является учет расхода воды в ЖКХ.

Цель работы – обзор методов и средств для учета расхода жидкости, на основании проведенного анализа выбрать наиболее подходящий метод для учета расхода воды в ЖКХ.

В процессе исследования проводился анализ технической документации, а также научной литературы в области средств и методов для учета расхода жидкости.

В результате исследования были предложены основные методы и средства для учета контроля жидкости, а также был выбран подходящий метод для учета расхода жидкости.

Область применения: контроль расхода воды на объектах ЖКХ, расход различных жидкостей на отраслях промышленности (газовая, химическая, пищевая и т.д.)

В будущем планируется разработка прибора, которое основывается на рассмотренном и изученном методе.

Определения

В данной работе были использованы следующие определения:

расходомер: это устройство, которое предназначено для измерения расхода какого-либо вещества — газа или жидкости.

расход воды: количество воды, которое протекает через трубопровод за определенный промежуток времени (в минуту, час, сутки).

система водоснабжения: это особая совокупность сооружений для обеспечения водой конкретной группы потребителей в нужном количестве и требуемого качества.

жилищно — коммунальное хозяйство: это комплекс отраслей экономики, обеспечивающий функционирование жилых зданий, создающих безопасное, удобное и комфортабельное проживание и нахождение в них людей.

Оглавление

Введение	9
1 Метрологическое обеспечение	10
2 Функции и задачи расходометрии	11
2.1 Технические требования к расходомерам.....	11
2.2 Объекты расходометрии.....	11
2.3 Физические свойства объектов расходометрии.....	12
2.4 Условия измерения и контроля расхода.....	12
3 Системы водоснабжения	13
3.1 Классификация систем водоснабжения.....	17
3.2 Расход воды и его измерение.....	19
4 Расходомер. Классификация расходомеров	21
4.1 Тепловые расходомеры.....	22
4.2 Ультразвуковые расходомеры.....	24
4.3 Электромагнитные расходомеры.....	27
4.4 Вихревые расходомеры (Расходомеры с мишенями).....	31
4.5 Кориолисовские расходомеры.....	34
4.6 Расходомеры по перепаду давления.....	37
4.7 Механические расходомеры.....	40
5 Выбор метода и средства измерения расхода	44
6 Экспериментальная часть	46
7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	50
7.1 Технико-экономическое обоснование НИР.....	50
7.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию.....	53
7.4 Оценка целесообразности исследования.....	63
8 Социальная ответственность	69
8.1 Производственная безопасность.....	70
8.2 Экологическая безопасность.....	73
8.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	74
8.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	75
Заключение	77
Список литературы	78

Введение

В наше время в различных отраслях необходимо измерять расход жидкости существует множество видов расходомер с различным принципом работы. Среди этого разнообразия расходомеров сложно выбрать оптимальный для той или иной задачи. Данная работа посвящена выбрать наиболее приемлемый расходомер для сферы ЖКХ.

Главной целью данной работы является средства, а также методы учета расхода жидкости. Необходимо было рассмотреть и изучить все возможные достоинства и недостатки для каждого метода, привести примеры современного аппаратного обеспечения, существующие на рынке, привести их характеристики, на основании характеристик сделать выводы. Кроме этого, необходимо выбрать один из методов расходомерии для его исследования, который будет соответствовать заданным характеристикам, и сделать необходимые выводы об этом.

Измерение и контроль расхода жидкой среды является актуальным, в связи повышения производственных процессов, систем контроля и учета.

Объект исследования был выбран, опираясь на тему выпускной квалификационной работы, им является физическая модель для учета расхода жидкости на объекте.

Сделав анализ методов расходомерии по изученным литературным источникам, была достигнута цель выпускной квалификационной работы.

1 Метрологическое обеспечение

Метрологическое обеспечение средства измерений – это деятельность метрологических служб, которая направлена на создание необходимых эталонов, рабочих и образцовых средств измерений, на их применение и правильный выбор, на применение и разработку метрологических норм и правил, на выполнение иных метрологических работ, которые необходимы для обеспечения качества измерений на предприятии и иных объектов.

Происходит надзор за состоянием средств измерений. Метрологическое обеспечение измерительных средств на разных этапах их жизненного цикла решает вполне конкретные задачи.

1) Исследуются характеристики и параметры приборов и измерительных систем для определения требований к качеству, объему и номенклатуре измерений и контроля.

2) Выполняется выбор и анализ средств измерений и контроля из числа, которые выпускаются серийно. Если необходимые средства измерений не существует, то создают технические требования для создания новых типов.

3) Выполняется поверка на применяемые средства измерений.

4) Выполняется анализ технологических процессов с точки зрения последовательности измерительно-контрольных операций и определения номенклатуры, также устанавливаются метрологические характеристики средств измерений.

5) Проводятся работы по обеспечению производства выпускаемых средств контроля и измерения, с целью обновления парка данных средств на предприятиях.

6) Проводится метрологическая экспертиза технологической и конструкторской документации, усовершенствуются методики контроля и измерения.

2 Функции и задачи расходомерии

- а) Измерение расхода
- б) Контроль расхода
- в) Измерение объемного количество расхода
- г) Определение плотности измеряемой среды
- д) Регулировка технического процесса

2.1 Технические требования к расходомерам

- 1) Высокая чувствительность при измерении
- 2) Низкая инерционность
- 3) Высокая надежность расходомера
- 4) Вид выходного параметра расходомера
- 5) Минимизация влияние внешних факторов
- 6) Технологичная конструкция расходомера
- 7) Воспроизводимость результатов измерения

2.2 Объекты расходомерии

- 1) Жидкие среды
- 2) Вязкие среды
- 3) Комбинированные среды (жидкости с какой – либо примесью)

2.3 Физические свойства объектов расходомерии

- 1) Вязкость
- 2) Плотность
- 3) Электропроводность
- 4) Пожаро – взрывоопасность
- 5) Магнитные свойства
- 6) Теплопроводность
- 7) Химическая активность

2.4 Условия измерения и контроля расхода

а) Для контролируемой среды:

1) Температурный режим: различные температурные условия (высокие, низкие, сверхнизкие)

2) Режим давления: атмосферное (нормальное давление), высокое давление, низкое давление.

3) Огнеопасность и взрывоопасность среды

4) Вибрация

5) «Динамика» измерения расхода

б) Для внешней среды:

1) Температура внешней среды

2) Источники магнитных и электромагнитных полей.

3) Атмосферное давление

3 Системы водоснабжения

Система водоснабжения – это особая совокупность сооружений для обеспечения (т.е. данного объекта) водой конкретной группы потребителей в нужном количестве и требуемого качества. В дополнении, система водоснабжения необходима соответствовать особой степенью надежности, иными словами обеспечивать снабжение водой потребителей без недопустимого понижения заданных показателей работы в отношении качества или количество поставляемой воды (снижение или перерывы подачи воды, ухудшение ее качества в недопустимых пределах). Затем, как будет установлен необходимый объем потребления воды объекта и будут собраны сведения о вероятном использования природных источников, может быть отобран источник и разработана сама схема водоснабжения.

Система водоснабжения (промышленного предприятия или населенного места) должна обеспечивать ее очистку, а также получение воды из природных источников, если это созывается требованиями потребителей, и необходимую подачу к местам ее потребления. Для выполнения данных задач используют следующие сооружения, которые входят обычно в состав системы водоснабжения:

- а) водоприемные сооружения, с их помощью происходит прием воды из природных подземных источников,
- б) водоподъемные сооружения, это любые насосные станции, которые подают воду к местам, где ее хранят для потребления.
- в) специальные сооружения для очищения воды,
- г) водопроводные сети, они служат для транспортировки воды и подачи к местам, где необходимо ее потребление,
- д) резервуары и башни, они играют роль запасных и регулирующих емкостей в водоснабжении.

В зависимости от характера потребления воды, а также в зависимости от экономического характера схема водоснабжения и ее составляющие

элементы могут изменяться достаточно сильно. Огромное влияние на саму схему водопровода оказывает источник водоснабжения: его мощность, характер, качество воды в нем, также сказывается влияние на расстояние от него и до снабжаемого водой необходимого объекта. Бывает, что для одного объекта применяется не один природный источник.

При задействовании поверхностных вод используют водоприемные сооружения из различных конструкций и типов, такие сооружения представляют иногда довольно сложные гидротехнические сооружения. При задействовании подземных вод сооружения изготавливают в виде буровых или шахтовых колодцев, водосборных галерей, в виде различных каптажных сооружений – для захвата родников.

Характер источника воды влияет на схему водоснабжения в общем. Сравнение качества воды из данного источника и требований, которые предъявляют к ней потребители, позволяет определить необходимость в очистке воды, а также характер и степень ее обработки или очистки. Так, при использовании артезианских или чистых вод из родниковых мест для водопровода в населенные места, можно обойтись и без очистки воды. Без очистки также могут обойтись воды из поверхностных водоемов.

Если нет необходимости в очистке воды, то система водоснабжения довольно сильно упрощается. Пропадает необходимость как в очистных сооружениях, так и в резервуарах и насосах второго подъема, которые связаны друг с другом.

В горных местах источники водоснабжения (родники, водохранилища, озера) могут находиться на отметках, значительно превышающих отметки территории снабжаемого объекта. В таком случае воду подают самотеком к местам потребления, и нет необходимости в устройствах насосных станций.

На практике приходится встречаться с большим разнообразием различных схем водоснабжения, вызываемым различными требованиями потребителей и местными природными условиями. В частности это относится к водопроводам на промышленных предприятиях.

Большая часть изложенных выше схем, могут быть отнесены к водопроводам как на промышленных предприятиях, так и населенных мест. Существуют также системы водоснабжения, которые применяют только для промышленных предприятий. К таким системам, относятся, в первую очередь, так называемые, системы оборотного водоснабжения.

В промышленных предприятиях вода не загрязняется после использования ее для технических целей или загрязняется, но весьма незначительно и лишь (например, вода, которая используется для охлаждения производственных агрегатов, для конденсации пара и др.). При малой мощности природного источника или в связи большой стоимости подачи из него необходимого количества воды (например, при удаленности источника), оказывается экономически необходимым или целесообразным сбрасываемую предприятием (или же отдельным цехом) воду охлаждать и подавать снова для использования на том же объекте. Но при этом из источника должно добавляться некоторое количество «свежей» воды для пополнения потерь при обороте. Количество «свежей» воды в таких системах составляет обычно незначительную часть: 3—6% от общего количества используемой воды.

В качестве водоохлаждающих устройств применяют пруды, гардины и брызгальные бассейны. «Свежую» воду обычно подают в бассейн, в котором накапливается охлажденная вода. В каких-то случаях оборотную воду приходится помимо охлаждения еще и подвергать очистке. Иногда применяют системы оборотного водоснабжения для воды, при использовании которой она не нагревается, а загрязняется легко удаляемыми примесями, то для таких случаев применяют отстойники, они выполняют осветление. Иногда, оборот воды в системах водоснабжения производства применяется при значительном загрязнении воды в процессе производства. В этих случаях применение этого оборота позволяет уменьшить количество загрязненных (и очень часто — трудно очищаемых) вод.

Если воду сбрасывает один из промышленных потребителей, она может быть использована другим, тогда устраивают системы повторного

использования воды. Такие системы также дают возможность уменьшить количество «свежей» воды, забираемой из источника.

В настоящее время большее развитие приобретают районные и групповые водопроводы, при которых одна система водоснабжения обслуживает не один объект различного назначения (промышленные предприятия, населенные места, сельское хозяйство и др.). Обслуживание объектов одной системой водоснабжения дает немалые преимущества, так как стоимость для объединения водопровода, как правило, ниже, чем общая стоимость индивидуальных систем для каждого отдельного взятого объекта. При этом еще и снижаются расходы на эксплуатацию системы. Подобное объединение позволяет разумно и экономично решать важные проблемы водоснабжения.

Для маловодных районов, целесообразно использовать районные системы водоснабжения, иначе без таких систем воду приходится подавать от далеко расположенных природных источников. В этих случаях кооперирование отдельных объектов водоснабжения и обслуживание их единой системой подачи воды имеют большие экономические преимущества.

Районные водопроводы устраивают как на территории России, так и за рубежом. Однако в других странах объединение отдельных потребителей в каком-либо районе осложняется из-за противоречивых интересов владельцев земель и промышленных предприятий. В России же для развития районных систем водоснабжения имеются исключительно благоприятные условия.[2]

3.1 Классификация систем водоснабжения

Системы водоснабжения можно классифицировать по ряду признаков. По назначению различают системы водоснабжения (водопроводы) населенных мест (городов, поселков), системы производственного водоснабжения (производственные водопроводы), которые, в свою очередь, различают по отраслям промышленности (водопроводы тепловых электростанций, водопроводы металлургических заводов и т. д.), системы сельскохозяйственного водоснабжения.

При обслуживании одной системой водоснабжения ряда объектов устраивают, как было сказано, групповые или районные системы водоснабжения.

В пределах одного объекта в соответствии с объединением различных функций устраивают водопроводы хозяйственно-питьевые, хозяйственно-противопожарные и хозяйственно-производственные

По характеру используемых природных источников различают водопроводы, получающие воду из поверхностных источников (речные, озерные и т.д.); водопроводы, основанные на подземных водах (артезианские, родниковые и т.п.); водопроводы смешанного питания — при использовании источников различных видов.

По способу подачи воды различают водопроводы самотечные (гравитационные); водопроводы с механической подачей воды (с помощью насосов), а также зонные водопроводы, где вода подается в отдельные районы отдельными насосными станциями. Кроме того, в соответствии со сказанным выше системы производственного водоснабжения можно различать по способу (кратности) использования воды: системы прямоточного водоснабжения (с однократным использованием воды); системы оборотного водоснабжения; системы с повторным использованием воды. [3]

3.2 Расход воды и его измерение

Расход воды и его измерение — количество воды, которое протекает через трубопровод за определенный промежуток времени (в минуту, час, сутки). Также расходом можно назвать количество воды, которая протекает в ручье, реке, водохранилище, за единицу времени. Изменение расхода может зависеть от атмосферных осадков, от количества подземных вод, которые выклиниваются на поверхность.

В прудовом хозяйстве особенно учитывают максимальный и минимальный расход. Подвергаясь регулярными измерениями, они вычисляют расход, узнают амплитуду его колебаний и делают вывод о запасе воды для водоснабжения прудов.

Расход воды измеряют с помощью сливной трубы или поплавковым, объемным и водосливным методами, а также с использованием расходомеров, что является наиболее популярным средством измерения.

Поплавковый способ.

На любом прямолинейном участке водотока выбирают два створа на расстоянии 8 – 10 м. и замеряют глубину воды в каждом створе. При помощи специальных поплавков происходит измерение поверхностной скорости течения на длине выбранного прямолинейного участка. По этим замерам глубин и ширины створа находят площадь сечения каждого створа F . Расход водотока

$$Q = 0,85F_{\text{ср}} V_{\text{ср}} \quad (1)$$

где Q – расход водотока в $\text{м}^3/\text{сек}$.

$F_{\text{ср}}$ – площадь сечения створа в м^2

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения в м/с

Объемный способ.

Данный способ применяют на малых водотоках. Расход воды определяют за счет наполнения мерного сосуда в единицу времени.

$$Q = 1,4^2 h^2 \sqrt{h} \quad (2)$$

где h — высота напора в м.

Способ с использованием расходомера.

$$Q = A * V_{\text{ср}} \quad (3)$$

где A — площадь поперечного сечения канала;

$V_{\text{ср}}$ — скорость, измеряется вертушкой.

4 Расходомер. Классификация расходомеров

Расходомер — это устройство, которое предназначено для измерения расхода какого-либо вещества — газа или жидкости. Если есть канал диаметром d и поэтому каналу перемещается со средней скоростью V_a газ или жидкость, то расходом будет являться величина:

$$A_{v_a} = \int v dA \quad (4)$$

где $A = \frac{\pi d^2}{4}$ — это площадь поперечного сечения канала, по которому и протекает вещество.

Вещества, расход которых необходимо измерить, могут быть сжимаемыми (газ) или несжимаемыми (жидкость), и методы измерения расхода в этих случаях имеют различные особенности.

В независимости от типа используемого устройства для определения расхода вещества, является достаточно сложной составной задачей, при решении которой необходимо учитывать массу факторов, такие как:

1. Физические характеристики среды, которую необходимо исследовать
 2. Физические характеристики среды, в которой будет проходить исследование
 3. Свойства материала и форма канала, из которого он и изготовлен
- каждый счетчик, как правило, включает в себя набор документов, которые описывают технические параметры данного прибора, его рекомендации и ограничения по эксплуатации. Перед покупкой необходимо изучить все эти документы и выбрать наиболее подходящий для поставленных задач датчик.[3]

Среди большого разнообразия расходомеров по принципу действия можно выделить следующие основные группы:

- 1) Расходомеры по перепаду давления
- 2) Тепловые расходомеры
- 3) Ультразвуковые расходомеры
- 4) Кориолисовские расходомеры
- 5) Электромагнитные расходомеры
- 6) Вихревые расходомеры
- 7) Механические расходомеры

Рассмотрим эти основные виды расходомеров.

4.1 Тепловые расходомеры

В основе данного метода лежит простой принцип действия: если местно изменять в потоке свойства вещества (к примеру, температуру) и зарегистрировать эти изменения на каком-нибудь удалении от этого места воздействия, можно установить среднюю скорость движения вещества в этом потоке (рисунок показан ниже). Допустим, в потоке установлены два температурных датчика (А и В) и один элемент нагрева С, причём расстояние от АС больше, чем ВС. Если же вещество неподвижно, то повышение температуры будет происходить локально за счёт теплопроводности, и датчик температуры В нагреется быстрее, потому что он располагается ближе к нагревательному элементу. Но если поток пойдёт в движение, в области А упадёт температура до начальной температуры вещества в потоке, а температура в области В будет немного выше исходной. Проанализировав данные с датчиков, позволяет нам судить о скорости движения контролируемого вещества в потоке.[5]

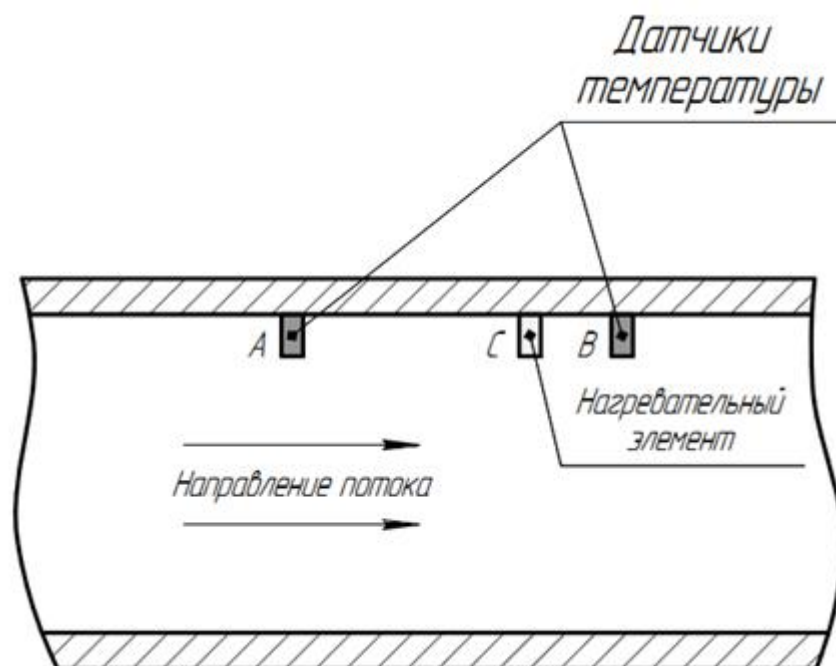


Рисунок 1 – Схема расположения ключевых элементов теплового расходомера

Схожим образом, могут быть изменены и другие различные параметры вещества (химический состав, например), но в большинстве случаев это недопустимо, к примеру, когда речь пойдет о применении расходомера в медицинских целях.

Основными достоинствами данных приборов являются:

- 1) имеют неплохую точность;
- 2) показания не зависят от зарастания стенок трубы и ухудшения в теплообменнике теплопередачи при условии, что не будет изменяться отношение;
- 3) для рассматриваемых расходомеров пригодна расчетная градуировка.

Недостатки данных приборов:

- 1) Такие приборы не обладают высокой надежностью.

4.2 Ультразвуковые расходомеры

Принцип действия этих ультразвуковых расходомеров основан на измерении эффекта, который возникает при разности фазовых сдвигов двух ультразвуковых колебаний, эти колебания направлены по потоку газа или жидкости и против него. В устройствах такого типа используется свойство звуковых волн изменять скорость своего распространения в подвижной среде. Если установить источник (А) и приёмник (В) ультразвука со смещением (рисунок представлен ниже), то о скорости потока можно судить по изменению скорости распространения звуковой волны вдоль отрезка АВ.

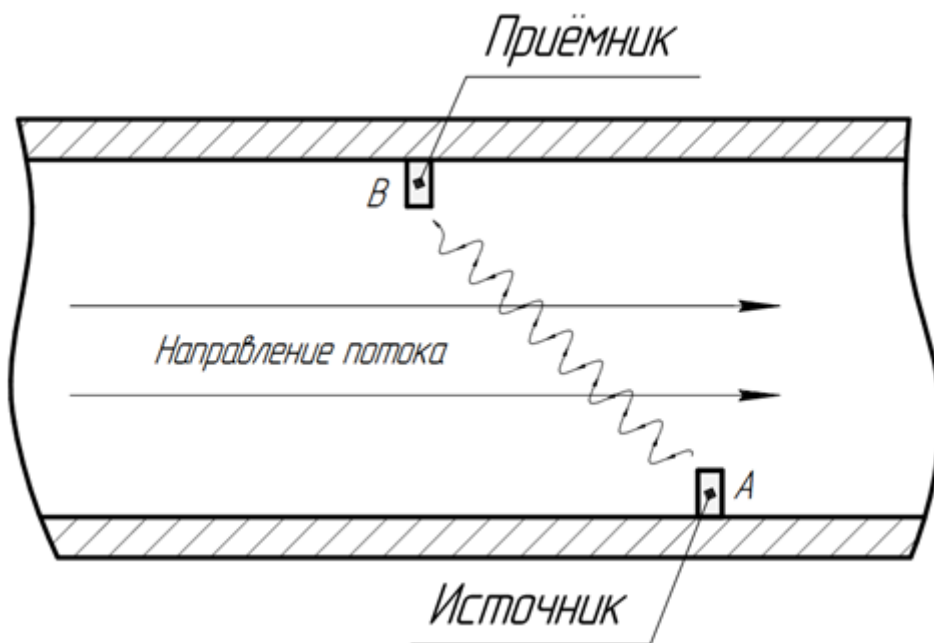


Рисунок 2 – Схема расположения ключевых элементов ультразвукового расходомера

Функция выходной величины:

$$\Delta f = \frac{\cos \alpha}{L} v \quad (5)$$

где α – угол между осями датчика и трубопровода, град;
 L – расстояние между источником и приёмником, м;
 v – скорость потока, м/с.

Кроме того, для измерения скорости потока можно использовать эффект Доплера, для этого приемник и источник располагаются как показано на рисунке. Сигнал с приемника, а также исходный отправляются на смеситель. Частота ультразвука, которую фиксирует приёмник, будет изменяться в зависимости от скорости потока, исходная частота будет оставаться неизменной. Частота сигнала на выходе из смесителя будет являться разностью частот исходного и принятого сигнала - по этой величине можно судить о конкретной скорости вещества в потоке.

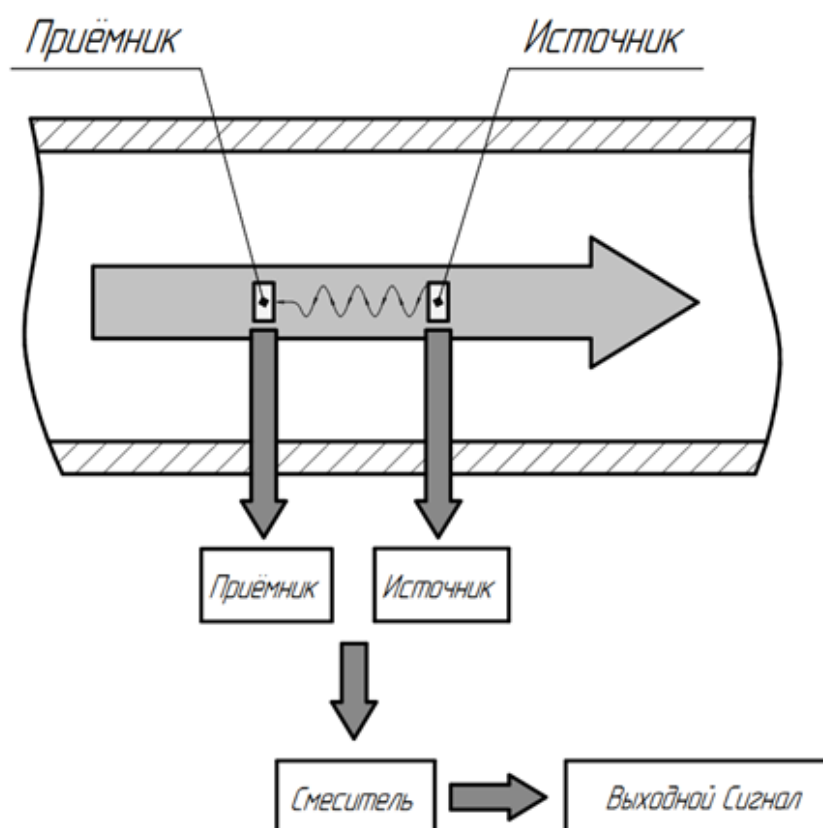


Рисунок 3 – Общая схема расположения ключевых элементов ультразвукового расходомера на основе эффекта Доплера.

Выходной величиной данного типа расходомера будет:

$$\Delta\tau = \frac{2Lv}{c^2}; \quad (6)$$

где L – расстояние между источником и приемником, м;

v – скорость потока, м/с;

c – скорость звука, м/с.

Достоинствами таких расходомеров являются:

- 1) малое или же полное отсутствие гидравлического сопротивления;
- 2) надежность (в расходомере не присутствуют подвижные элементы);
- 3) довольно высокая точность;
- 4) быстроедействие расходомера;
- 5) хорошая защита от помех;

Недостатками таких ультразвуковых расходомеров являются:

- 1) чувствительность к содержанию твердых и газообразных включений, что препятствует измерению расходомера;
- 2) достаточно сильная подверженность электромагнитным помехам;

Рассмотрим ультразвуковой расходомер фирмы «Уралтехнология». Преимущества расходомера состоят в том, что этот датчик не требует дополнительного питания, имеет встроенный жк-дисплей, более долговечен, обладает большой точностью, что является самым главным параметром для расходомера.



Рисунок 4 – «Расходомер – счетчик жидкости ультразвуковой КАРТ-520»

Приведем его характеристики в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики прибора

Характеристика	Значение характеристики
Температура жидкости	от +1 до +50°C от +15 до +150°C
Давление	1.6 МПа
Содержание твердых и газообразных веществ	Не более 1%
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении расхода	2%
Температура окружающей среды	от +1 до +50°C
Средний срок службы	12 лет

Данный расходомер вполне подходит для объектов ЖКХ и промышленности.[6]

4.3 Электромагнитные расходомеры

Принцип действия таких расходомеров основан на взаимодействии электропроводящей жидкости с магнитным полем, это обуславливается законом электромагнитной индукции.

Если жидкость перемещается поперёк линий магнитного поля, то это приведёт к возникновению электродвижущей силы, которая пропорциональной скорости измеряемого потока. Это все реализуется путём установки электромагнитов в трубопроводе таким образом, чтобы линии магнитного потока были перпендикулярны потенциальному перемещению потока жидкости, а также устанавливают пару электродов, они фиксируют движение потока ЭДС. Жидкость проходит внутри изолированной трубы сквозь создаваемое магнитное поле. Электроды реагируют на изменение

электрического потенциала. Если в трубопроводе нет жидкости, то электроды нейтральны. Если жидкость проходит через магнитное поле, то оно заставляет положительно и отрицательно заряженные частицы прижиматься к краям трубы и на электродах возникает электрический потенциал, который и измеряют (рисунок 5).

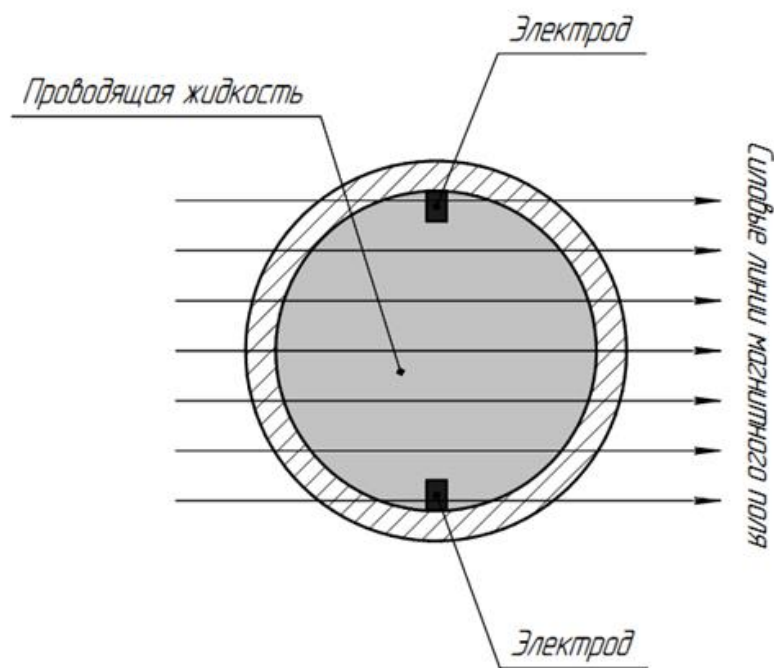


Рисунок 5 – Общая схема расположения ключевых элементов электромагнитного расходомера

Существуют различные реализации данного метода, но изменения в целом касаются схемы обработки данных и не затрагивают принципиальные основы метода.[5]

Функция выходной величины будет иметь вид:

$$E = BDv \quad \text{или} \quad E = \frac{F_V}{S} BD \quad (7)$$

где E – ЭДС в проводнике, В;

B – магнитная индукция, Т;

D – внутренний диаметр трубопровода, м;

v – скорость потока, м/с;

S – площадь сечения трубы, м²;

F_V – объемный расход, м³

Достоинствами такого расходомера являются:

1. Данные расходомеры безынерционны.
2. Физико-химические свойства измеряемой жидкости (такие как вязкость, плотность, температура и т. п.)
3. Гидравлические потери (т.е. безвозвратные потери энергии) минимальны

Недостатками являются:

1. Слабая помехоустойчивость.
2. Такие расходомеры непригодны для измерения потока газа, а также таких жидкостей как: легкие нефтепродукты, спирты.

В качестве примера, рассмотрим основные характеристики расходомеров фирмы «Теплоком» и импортный расходомер фирмы «Siemens»



Рисунок 6 – «Siemens SITRANS FM MAG 8000»



Рисунок 7 – «Теплоком расходомер электромагнитный ПРЭМ»:
Приведем их основные характеристики в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики приборов

Характеристики	«Теплоком расходомер электромагнитный ПРЭМ»	«Siemens SITRANS FM MAG 8000»
Температуры измеряемой среды	от 0 до +150°C	от 0 до +150°C
Температуры окружающей среды	от -10 до +50°C	от -20 до +60°C
Рабочее давление измеряемой среды	До 1.6 МПа	До 1.6 МПа
Погрешность измерений	0,3%	0,1%

Проанализировав данные характеристики, можно сделать вывод, что расходомер фирмы «Siemens» имеет преимущества, такой расходомер способен работать при более низких температурах окружающей среды, погрешность измерений составляет 0,2 %, что делает данный расходомер более точный.[6]

4.4 Вихревые расходомеры (Расходомеры с мишенями)

Принцип действия таких расходомеров основан на измерении частоты колебаний, они возникают в потоке жидкости во время процесса вихреобразования. В расходомерах такого типа главным элементом является дискообразная (шарообразная) мишень, она укреплена на гибком тросе, противоположный конец такого троса закреплён неподвижно (показано на рисунке 8). При прохождении потока жидкости или газа происходит смещение мишени, что вызывает деформирование троса, а установленные на нём специальные тензорезистивные датчики регистрируют степень и тип деформации. Эти полученные данные дают информацию о скорости потока среды, а также его направлении.

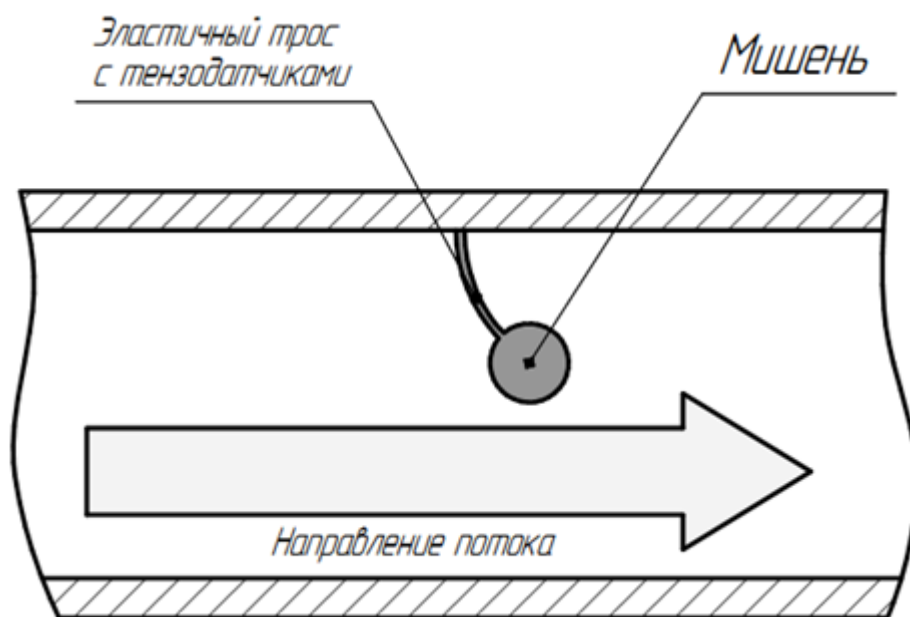


Рисунок 8 – Схема расположения ключевых элементов вихревого расходомера

Вихревые расходомеры можно разделить на 3 типа:

- 1) Расходомер, первичный преобразователь которого имеет неподвижное тело. У обеих сторон такого тела при его обтекании возникают срывающиеся переменные вихри, они и создают давление пульсации.

2) Расходомер, в первичном преобразователе которого, потом сначала закручивается, а затем он попадает в уширенную часть трубы, при этом в жидкости начинается процессия (момент меняет свое направление в пространстве), что приводит к пульсации давления.

3) Расходомер, в первичном преобразователе которого, протекающая струя совершает колебания, что приводит к пульсации давления.

Главным достоинством датчиков является возможность проведения измерений скорости потока и расхода в двух или в трёх направлениях. Для обеспечения подобной задачи необходимо обеспечить мишени нужную симметричность для всех нужных нам направлений.

Достоинства вихревых расходомеров:

- 1) Надежность и простота преобразователя расхода;
- 2) Отсутствие каких-либо подвижных частей;
- 3) Достаточно большой диапазон измерений;
- 4) Линейный измерительный сигнал;
- 5) Высокая точность измерения;
- 6) Стабильные показания;
- 7) Независимость показаний от температуры и давления;
- 8) Возможность получения универсальной градуировки прибора.

Недостатки вихревых расходомеров:

- 1) Его невозможно использовать при очень малых скоростях измеряемой среды;
- 2) Имеется потеря давления (достигает до 30-50 кПа);
- 3) Изготавливают расходомеры для труб диаметр которых от 25 до 150-300 мм;
- 4) На работу расходомеров могут повлиять акустические и вибрационные пульсации (помехи создаются разными источниками: компрессорами, насосами, вибрирующими трубами).

Рассмотрим вихревые расходомеры фирмы «Метран» и «ЭМИС»

Эти расходомеры широко применяются на различных объектах:
производство, ЖКХ



Рисунок 9 –«Вихревой расходомер Метран 300ПР»

Такой расходомер широко применяется на различных объектах:
производство, ЖКХ.[6]



Рисунок 10 – «ЭМИС ВИХРЬ 200»

«ЭМИС ВИХРЬ 200». Его отличительная особенность состоит в том, что помимо измерения жидкой среды, он способен измерять и газовую среду.

Предоставленный расходомер отлично подходит для любого объекта:
промышленность, ЖКХ, газовые отрасли.[6]

Характеристики для обоих датчиков приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики приборов

Характеристики	«Вихревой расходомер Метран 300ПР»	«ЭМИС ВИХРЬ 200»
Измеряемая среда	жидкость	жидкость, газ, насыщенный и перегретый пар
Диапазон измерений	0,18...2000 м ³ /ч	0,18...300 м ³ /ч
Пределы основной относительной погрешности измерения	От 1,0% до 3% (в зависимости от расхода)	0,5% при измерении расхода жидкости 1% при измерении расхода газа
Температура окружающей среды	от -10 до +60°C	от -10 до +60°C
Температура измеряемой среды	от 0 до +140°C	от -60 до +450°C

При сравнении двух расходомеров, мы видим, что расходомер фирмы «ЭМИС» имеют очень маленькую погрешность измерений, как жидкости, так и газообразного вещества, однако уступает максимальному диапазону измерений по сравнению датчика фирмы «Метран». Расходомер «ЭМИС ВИХРЬ 200» может проводить вещество с температурой от -60 до +450°C, что делает его действительно универсальным.

4.5 Кориолисовские расходомеры

Кориолисовский расходомер обычно состоит из специальной трубки, такая трубка способна подвергаться вибрационному воздействию от внешнего генератора колебаний (показано на рисунке 11). Если такая трубка пуста, то колебания поспособствуют к синхронному ускорению на всем участке трубы.

Если по трубе перемещается жидкость, на неё из-за воздействия ускорения, вызванного колебательным воздействием, будет также действовать сила кориолисова, она направлена в различные стороны, как для входного, так и выходного потока жидкости, что приведет к сдвигу фазы колебаний трубки. Величина фазового сдвига зависит от массы жидкости, которая протекает по трубе в единицу времени.

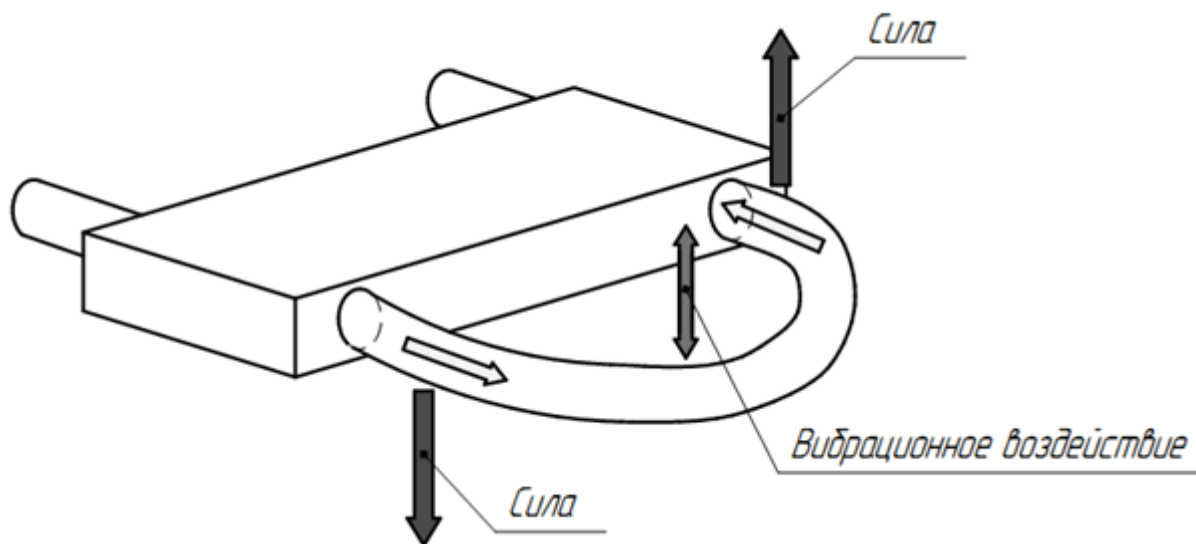


Рисунок 11 – Схема принципа работы кориолисовского расходомера

Достоинством данного типа устройств является их универсальность, они могут применяться, например, для определения скорости потока широкого ряда веществ — это жидкость, газ, пар. Основной их недостаток это довольно высокая стоимость.

Преимущества измерения кориолисовым расходомером:

- 1) Обладают высокой точностью измерения параметров;
- 2) Способны работать независимо от самого направления потока;
- 3) Нет необходимости в прямолинейных участках трубопровода как до и после прибора;
- 4) Нет дополнительных затрат на установку иных вычислителей расхода;
- 5) Отлично работают при наличии вибрации на трубопровода, при изменении температуры рабочей среды, а также давления;

- 6) Простота обслуживания, так как отсутствуют движущиеся и изнашивающиеся части, а также длительный срок службы;
- 7) Такие расходомеры не нуждаются в частом техническом обслуживании;
- 8) Могут измерять расход вещества с высокой вязкостью.

Для наглядности, рассмотрим характеристику и внешний вид такого расходомера фирмы «ЭМИС».

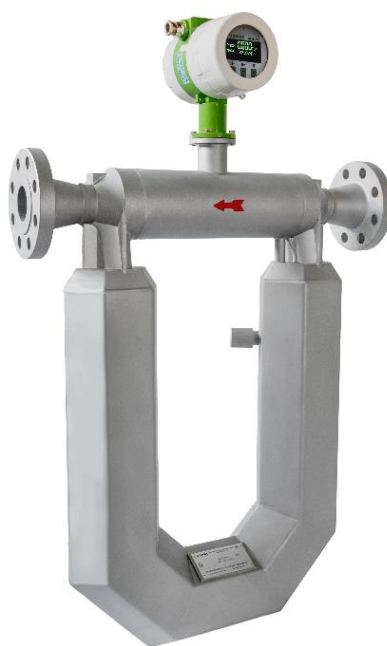


Рисунок 12 – «ЭМИС-МАСС 200»

Производитель сообщает нам, что данный расходомер используется в нефтяной, газовой, фармацевтической, пищевой промышленности, а также в коммунальных отраслях. Особенно датчика заключается в том, что он способен измерять как плотность, так и температуру измеряемой среды. Возможность измерения жидкости с достаточно высокой вязкостью, а также жидкостей в которых есть газовые и твердые компоненты. Имеет компактное исполнение. Основные технические характеристики представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики прибора

Характеристика	Значение
Диапазон значения	0,15...3000 м ³ /ч, (при ДУ 25мм)
Класс точности	0.25%
Температура измеряемой среды	от - 50 °С до + 200 °С
Температура окружающей среды	от - 40 °С до + 70 °С
Измеряемая среда	жидкость, газ, пар, а также вещества с различными примесями

4.6 Расходомеры по перепаду давления

Рассмотрим принцип работы таких расходомеров. Для понимания принципа действия стоит прибегнуть к закону Ома. И в рамках данной аналогии, напряжение эквивалентно давлению, а скорость проходящего потока эквивалентна силе тока. Если же установить, на пути прохождения измеряемого потока, какое – либо препятствие (в данном случае это будет сопротивлением), будет возникать перепад давления до и после препятствия (падение напряжения при сопротивлении). Определить перепад давления можно осуществить путем измерения давление жидкости до препятствия и после прохождения такого препятствия, также можно и с помощью датчика давления, который установлен на основном канале, а точнее, на его ответвлении. Аналогично, зная падение напряжения на сопротивлении, мы можем определить силу тока на участке цепи. Расходомеру по перепаду давления делятся на два вида: по переменному перепаду и по постоянному перепаду.

Рассмотрим принцип действия одного из таких видов датчиком, а именно датчик на основе переменного перепада давления. Разность между давлениями потока до и после сужающего потока называют перепадом давления. Перепад давления будет тем больше, чем больше скорость потока, то есть, чем больше

расход вещества. Перепад давления является мерой расхода жидкости, газа или пара, протекающий через трубопровод (см. рисунок 13).

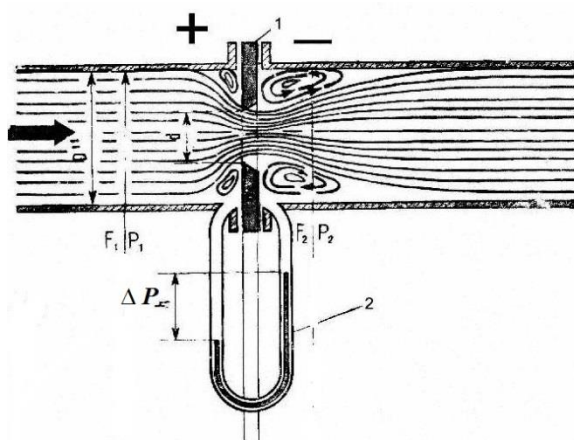


Рисунок 13 – Схема принципа работы расходомера по перепаду давления
 Перепад давления измеряется и регистрируется самопишущим дифманометром. Зависимость между перепадом давления и расходом газа выражается следующей формулой:

$$V = k \sqrt{\Delta p} \quad (8)$$

где V — расход газа,

Δp — перепад давления,

k — коэффициент постоянной для данной диафрагмы. Значение коэффициента k от соотношения диаметров отверстия диафрагмы и газопровода, плотности газа. [4]

Преимущества данных расходомеров:

- 1) высокая точность измерения
- 2) универсальность и удобство метода
- 3) возможность измерения любых расходов (жидкость, пар, газ)

Недостатки данных расходомеров:

- 1) присутствует потеря энергии потока
- 2) относительная трудность для применения при очень малых расходах

В качестве примера рассмотрим импортный расходомер от производителя «ENDRESS + HAUSER». Данный расходомер отлично подходит для измерения расхода жидкости, газа, пара. Его преимущества состоят в том, что он может работать в тяжелых условиях процесса.



Рисунок 14 —«ENDRESS + HAUSER Deltatop DPO»

Приведем его основные характеристики в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика прибора

Характеристика	Значение
Рабочая температура	до +200°C – жидкость или газ до +300°C - пар
Номинальное давление	до PN 410
Погрешность измерений	до 1,0% для жидкости и газа

Данный расходомер обладает хорошими характеристиками, что делает его универсальным, однако стоит заметить, что его не совсем целесообразно использовать для измерения расхода жидкости, такой датчик более функционален для газовых отраслей.

4.7 Механические расходомеры

К данной группе расходомеров относятся устройства, которые не содержат электронные компоненты или содержат частично какие – либо части (индикатор). В механических расходомерах скорость потока измеряется, например, при погружении механической турбины или крыльчатки в поток, далее определяется ее скорость вращения. Механические расходомеры значительно дешевле, точность таких приборов однако, как правило, не позволяет использовать их в большинстве критичных к этому параметру приложений. Помимо их низкой точности, их недостатком также является наличие каких – либо подвижных частей, эти части препятствуют движению потоку жидкости или газа, что собственно и снижает точностные характеристики данного типа приборов. Но, несмотря на это, им не мешает широко использоваться в квартирах в качестве учета расхода воды.

Механические расходомеры можно разделить на 2 типа:

- 1) Крыльчатые
- 2) Турбинные

В крыльчатом расходомере, исходя из самого названия, основным механизмом является крыльчатка, она выполняется, в основном из пластмассы. Ось вращения такой крыльчатке перпендикулярна направлению потока жидкости. Вращение крыльчатки через магнитную муфту передается счетному механизму. Ниже представлена схема крыльчатого счетчика. 1- корпус датчика, 2 – лопасти, 3 – ось.

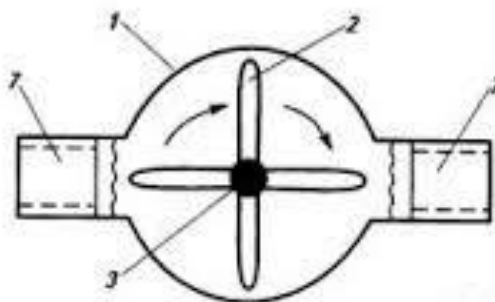


Рисунок 15 – Схема крыльчатого счетчика

Турбинные счетчики отличаются от крыльчатых тем, что вращающаяся ось турбинки расположена вдоль направления движения потока, и тем, что лопасти выполнены винтовыми.

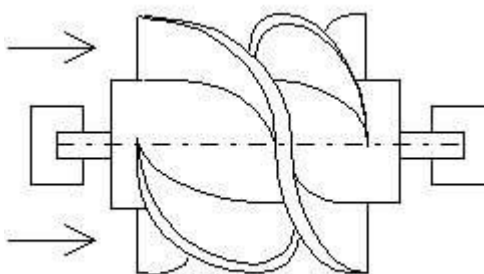


Рисунок 16 – Ось вращения турбинного датчика
(стрелочками указано направление потока, контролирующей жидкости)

Формула выходного значения:

$$V_R = \Delta V_R \times K_R \quad (9)$$

где V_R – объем, прошедший через расходомер;

ΔV_R – объем топлива (жидкости), отмеряемый за один оборот измерительного узла расходомера;

K_R – количество оборотов, приходящееся на 1 литр (1 м^3 и т.д.);

Основные достоинства механических расходомеров:

- 1) Простота конструкции;
- 2) Возможность измерения расхода жидкостей, которые содержат различные механические примеси.

К их недостаткам можно отнести:

- 1) Имеются повышенные гидравлические потери;
- 2) Узкий диапазон линейности статической характеристики;
- 3) Зависимость показаний от вязкости измеряемой жидкости.

Рассмотрим механический датчик фирмы «СКБ». Данный датчик используется в ЖКХ, как для измерения расхода горячей, так и для холодной воды. Данный счетчик имеют защиту от воздействия внешнего и внутреннего магнитного поля, имеется возможность для визуального контроля над показаниями прибора, так же его можно устанавливать абсолютно в любом положении.



Рисунок 17 – «Водосчетчик крыльчатый СКБ»

Технические характеристики данного прибора (для трубы $D=25\text{мм}$):

- 1) Наибольший расход: $7.0 \text{ м}^3/\text{ч}$
- 2) Номинальный расход: $3.5 \text{ м}^3/\text{ч}$
- 3) Наименьший расход: $0.14 \text{ м}^3/\text{ч}$

- 4) Погрешность показания прибора: 5%
- 5) Рабочее давление измеряемой среды: до 1.6 Мпа

Рассмотрев все виды датчиков, можно сделать вывод, что механические датчики являются популярными для измерения расхода в ЖКХ, такие датчики вполне можно установить в квартире, они обладают простой конструкцией, легки в применении.

5 Выбор метода и средства измерения расхода

Проанализировав основные методы и средства измерения учета расхода жидкости, можно выделить несколько часто используемых и востребованных типов расходомеров на объекте жилищно – коммунального хозяйства. К таким типам расходомеров можно отнести:

- 1) Механические расходомеры;
- 2) Вихревые расходомеры;
- 3) Электромагнитные расходомеры.

Из выше перечисленных можно выделить электромагнитный расходомер, что обусловлено рядом причин. Данный тип расходомера удовлетворяет требованиям, которые предъявляют объекты ЖКХ. К этим требованиям относятся:

- 1) Высокая точность измерения, что является важным показателем на объектах ЖКХ;
- 2) Высокая надежность, т. к. отсутствуют подвижные части на расходомере;
- 3) Быстродействие прибора;
- 4) Установка прибора на трубу диаметром 25 мм;
- 5) Простота в эксплуатации;
- 6) Приемлемая цена.

Таким образом, можно сделать вывод, что выбор электромагнитных расходомеров будет наиболее лучшим. Такой расходомер обладает массой достоинств, по сравнению с другими средствами для учета расхода.

Приведем обобщенную структурную схему электромагнитного расходомера (рисунок 18). Принцип работы преобразователя основан явлении индукцирования ЭДС в проводнике (измеряемой жидкости), движущемся в

магнитном поле. Значение индуцируемой ЭДС снимается с помощью электродов, усиливается и подается на АЦП, где преобразуется в код, пропорциональный скорости (расходу) измеряемой жидкости. Выходные сигналы в зависимости от функционального назначения выхода прибора формируются микропроцессором. В данном случае выходной сигнал поступает на индикатор.

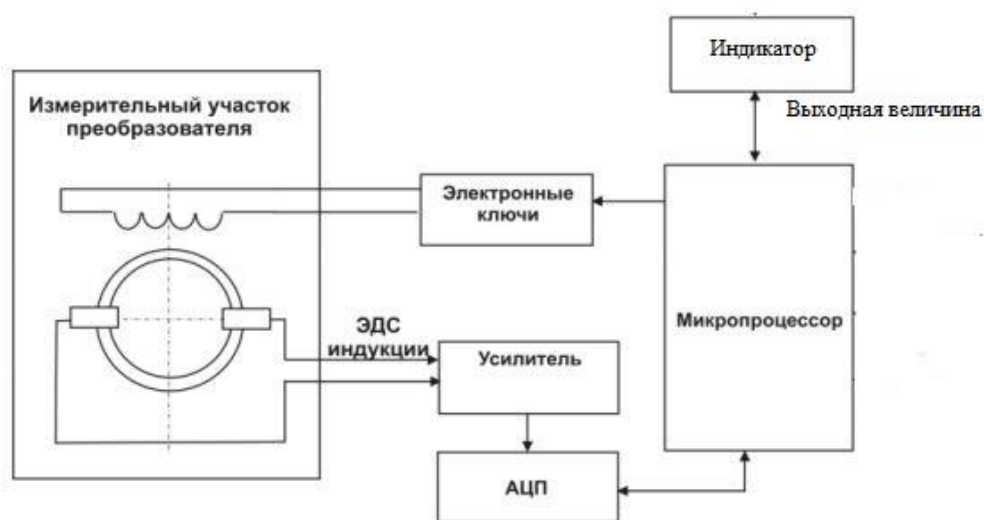


Рисунок 18 – Структурная схема электромагнитного расходомера

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б3Б	Перцеву Евгению Александровичу

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Приборостроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	-Проект выполняется в лаборатории контроля неэлектрических величин. 18, 605. -Приблизительная сумма затрат на выполнение проекта составляет 200 тысяч рублей -В реализации проекта задействованы 2 человека руководитель проекта, студент-дипломник
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	-Данная НИР новая, следовательно нормы и нормативы расходования ресурсов отсутствуют -Минимальный размер оплаты труда (на 2017 год) составляет 7500 руб
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	-Согласно п.3 п.п.16 ст. 149 НК РФ данная НИР не подлежит налогообложению - Отчисления во внебюджетные фонды – 30 % от ФОТ

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

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

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. «Портрет» потребителя результатов НИР 2. Матрица SWOT Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИР

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры менеджмента	Грахова Елена Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б3Б	Перцев Евгений Александрович		

7 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Разработка НИР производится группой квалифицированных работников, состоящей из двух человек – руководителя и студента.

Данная выпускная квалификационная работа заключается в исследовании методов измерения расхода воды в ЖКХ, на основе созданной физической модели узла, учета расхода воды на объекте. Объектом исследования при ее выполнении является установка, которая состоит из трех типов расходомеров и одного циркуляционного насоса.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности НТИ, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Оценить коммерческий потенциал и перспективность разработки НТИ;
2. Осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. Рассчитать бюджет затрат на исследования;
4. Произвести оценку научно-технического уровня исследования и оценку рисков.

К научно-исследовательским работам относятся работы поискового, теоретического и экспериментального характера, которые выполняются с целью расширения, углубления и систематизации знаний по определенной научной проблеме и создания научного задела.

7.1 Технико-экономическое обоснование НИР

В настоящее время трудно представить выпуск высококачественной и конкурентоспособной продукции без эффективного использования

технологического оборудования. При этом неперенным условием для достижения данного результата является обеспечение высокой и стабильной работоспособности используемых металлообрабатывающих станков. Работоспособное состояние станка определяется установленными значениями совокупности параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции в соответствии со значениями выходных параметров, определенных требованиями нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной документации). При этом под выходными параметрами станка следует понимать числовые показатели его технических характеристик, которые определяют состояние машины и её возможности по выполнению заданных функций.

Для эффективного использования металлообрабатывающего оборудования необходимо обладать информацией о его работоспособности не только в процессе эксплуатации, но и в некоторый момент времени в будущем, что составляет задачу прогнозирования работоспособности.

Коммерческого потенциала у данного исследования нет, поскольку оно выполняется в рамках ВКР и в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов.

Произведем также в данном разделе SWOT-анализ НТИ, позволяющий оценить факторы и явления способствующие или препятствующие продвижению проекта на рынок. [5] В таблице 4.4. описаны сильные и слабые стороны проекта, выявлены возможности и угрозы реализации НТИ, которые могут появиться в его внешней среде.

Таблица 4.4 – SWOT-анализ НИР

Сильные стороны	Возможности во внешней среде
С1. Метод измерения, на основе физической модели узла учета расхода воды на объекте; С2. Метод, описанный в работе, несет в себе экономичность и ресурсоэффективность; С3. Возможность применения данного метода, для любых ; С4. Актуальность метода; С5. Наличие опытного руководителя.	В1.Простая адаптация научного исследования под иностранные языки; В2.Большой потенциал применения метода в России и других странах;
Слабые стороны	Угрозы внешней среды
Сл1. Отсутствие у потенциальных потребителей квалифицированных кадров по работе с данным методом	У1.Отсутствие спроса на новый метод; У2.Закрытие машиностроительных предприятий на территории РФ.

Далее выявим соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.5 – сильные стороны проекта

Возможности проекта		С1	С2	С3	С4	С5
	В1	+	-	+	+	-
	В2	+	+	+	-	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: В1С1С3С4, В2С1С2С3.

Таблица 4.6 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	В1	0
	В2	0

Таблица 4.7 – сильные стороны проекта

Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	+	+	0	-	0
	У2	+	0	0	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и угроз: У1С1С2, У2С1С4.

Таблица 4.8 – слабые стороны проекта

Возможности проекта		Сл1
	У1	-
	У2	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить, что коррелирующих слабых сторон нет.

Итак, самой большой угрозой для проекта является отсутствие спроса, что на данном этапе не прогнозируется, поскольку аналогов данному методу нет. Также среди угроз можно отметить низкий темп роста, ведущих отраслей машиностроения, что в свою очередь может привести к закрытию некоторых машиностроительных предприятий.

Что касается слабых сторон, то для данного метода, во избежание их влияния, требуется привлечение опытных кадров, обеспечить обучение нового персонала со знаниями станкостроения, механики и физики.

Таким образом, несмотря на то, что коммерческого потенциала у данного исследования нет и оно в большей степени олицетворяет теоретическую значимость полученных результатов, результаты НТИ актуальны для предприятий, заинтересованных в познании срока службы деталей машин в разных режимах работы и возможном предотвращении поломки в будущем.

7.2 Планирование работ по научно-техническому исследованию

Для правильного планирования, а также финансирования и определения трудоемкости выполнения НИР необходимо ее разбить на этапы. Под этапом понимается крупная часть работы, которая имеет самостоятельное значение и является объемом планирования и финансирования. НИР имеет:

1. Подготовительный этап. Сбор, изучение и анализ, имеющийся информации. Определение состава исполнителей и соисполнителей, согласование с ними частных задач. Разработка и утверждение задания.

2. Разработка теоретической части.

3. Проведение численного эксперимента

4. Выводы и предложения по теме, обобщение результатов разработки.

5. Завершающий этап. Рассмотрение результатов исследования.

Утверждение результатов работы. Подготовка отчетной документации.

Данную НИР можно разделить на следующие этапы (Таблица 1):

- а) Разработка задания на НИР;
- б) Выбор направления исследования;
- в) Теоретические и экспериментальные исследования;
- г) Обобщение и оценка результатов;
- д) Оформление отчета НИР.

Работу выполняло 2 человека: руководитель, студент-дипломник.

Трудоемкость выполнения НИР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Разделим выполнение дипломной работы на этапы, представленные в таблице 4.1:

Таблица 4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Пер
Разработка задания на НИР	1	Составление и утверждение задания НИР	Степанов А.Б. – руководитель; Перцев Е.А. – студент-дипломник.
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Изучение методов измерения расхода жидкости.	Перцев Е.А.
	3	Разработка метода диагностики, на основе имитирующего устройства	Степанов А.Б. Перцев Е.А.
	4	Календарное планирование работ	Степанов А.Б. Перцев Е.А.
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование проведения численных экспериментов	Степанов А.Б. Перцев Е.А.
	6	Снятие показаний	Степанов А.Б. Перцев Е.А.

	7	Обработка полученных данных	Степанов А.Б. Перцев Е.А.
Обобщение и оценка результатов	8	Анализ полученных результатов, выводы	Перцев Е.А.
	9	Оценка эффективности полученных результатов	Степанов А.Б. Перцев Е.А.
Оформление отчета НИР	10	Составление пояснительной записки	Перцев Е.А.

7.2.1 Определение трудоемкости этапов НИР

Расчет трудоемкости осуществляется опытно-статистическим методом, основанным на определении ожидаемого времени выполнения работ в человеко-днях по формуле

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\min i}}{5}, \quad (1)$$

Где $t_{ож\ i}$ – 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.

Рассчитаем значение ожидаемой трудоёмкости работы:

Для установления продолжительности работы в рабочих днях используем формулу:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож\ i}}{q_i}, \quad (2)$$

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

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

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

k – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (4)$$

где $T_{кг}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$ – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45,$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ T_k нужно округлить до целых чисел. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

7.2.2 Техническая готовность темы

Определение технической готовности темы позволяет дипломнику точно знать, на каком уровне выполнения находится определенный этап или работа. Показатель технической готовности темы характеризует отношение

продолжительности работ, выполненных на момент исчисления этого показателя, к общей запланированной продолжительности работ, при этом следует учесть, что период дипломного проектирования составляет примерно 6 месяцев, дипломник выступает в качестве основного исполнителя.

Для начала следует определить удельное значение каждой работы в общей продолжительности работ:

$$Y_i = \frac{T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где Y_i – удельное значение каждой работы в %;

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

T_p – суммарная продолжительность темы, раб.дн.

Тогда техническую готовность темы Γ_i , можно рассчитать по формуле:

$$\Gamma_i = \frac{\sum_{i=1} T_{pi}}{T_p} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где $\sum T_{pi}$ – нарастающая продолжительность на момент выполнения i -той работы. [1]

Результаты расчетов приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Временные показатели проведения НИР

№ раб.	Исполнители	Продолжительность работ						
		t_{min} чел-дн.	t_{max} чел-дн	$t_{ож}$ чел-дн	T_p раб.дн	T_k кал.дн	Y_i , %	Γ_i , %
1	Степанов А.Б.							
	Перцев Е.А.	1	5	2,6	1,3	2	2,20	0,02
2	Перцев Е.А.	5	15	9	9	39	15,20	17,40
3	Степанов А.Б.							
	Перцев Е.А.	16	30	21,6	10,8	4	18,24	35,64
4	Степанов А.Б.							
	Перцев Е.А.	4	12	7,2	3,6	5	6,08	41,72

5	Степанов А.Б. Перцев Е.А..	12	16	13,6	6,8	2	11,49	53,21
6	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	6	12	8,4	4,2	6	7,09	60,30
7	Степанов А.Б. Перцев Е.А..	6	9	7,2	3,6	5	6,08	66,39
8	Перцев Е.А.	5	9	6,6	6,6	3	11,15	77,53
9	Степанов А.Б. Перцев Е.А..	7	15	10,2	5,1	4	8,61	86,15
10	Перцев Е.А.	5	13	8,2	8,2	9	13,85	100,00
ИТОГО					59,2	79		

7.2.3 Построение графика работ

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

[2]

Таблица 4.3 – Календарный график проведения НИР

Этапы	Вид работы	Исполнители	T_k	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение задания НИР	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	3					
2	Изучение методов учета расхода воды на объектах	Перцев Е.А.	39					
3	Разработка метода учета расхода воды, на основе физической модели	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	4					
4	Календарное планирование работ	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	5					
5	Планирование проведения численных экспериментов	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	2					
6	Снятие показаний	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	6					
7	Обработка полученных данных	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	5					
8	Анализ полученных результатов, выводы	Перцев Е.А.	3					
9	Оценка эффективности полученных результатов	Степанов А.Б. Перцев Е.А.	4					
10	Составление пояснительной записки, Сдача результатов НИР	Перцев Е.А.	9					

- руководитель, - студент-дипломник.

В результате видно, что для выполнения работы требуется всего 2 человека и работа выполняется в течении 79 дней.

7.3 Смета затрат на разработку проекта

Затраты представляют собой все производственные формы потребления денег и измеримых в денежном измерении материальных ценностей, которые служат непосредственной производственной целью.

Рассчитываем смету расходов, включая затраты на приобретение необходимого оборудования для разработки проекта и текущие расходы. Затраты, образующие себестоимость продукции (работ, услуг), группируются в соответствии с их экономическим содержанием по следующим элементам:

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{мат}} + I_{\text{ам.техн}} + I_{\text{зп}} + I_{\text{соц.отч.}} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{прочие}}$$

Материальные затраты отражают стоимость приобретенных материалов и сырья, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя ее основу, или являются необходимыми компонентами при изготовлении продукции. [2]

Для проведения научно-исследовательской работы требуется установка, которая состоит из трех расходомеров и одного циркуляционного насоса.

Рассчитываем материальные затраты;

№	Наименование оборудования	Количество	Цена единицы оборудования, руб.
1	Вихревой расходомер «ПРОМПРИБОР ВПС-2»	1	11860
2	Магнитоэлектрический расходомер «МастерФлоу»	1	16500
3	Механический расходомер «Водоучет»	1	1400
4	Насос циркуляционный «GROSS 25-80G»	1	4100

Итого: стоимость всего оборудования составляет 33860 руб.

Амортизация основных фондов – сумма амортизационных отчислений на полное восстановление основных производственных фондов, вычисленная исходя из их балансовой стоимости и утвержденных норм амортизации. Корректно при расчете затрат учитывать в году приобретения и в последующие годы только ту часть затрат, которая происходит от старения основных фондов в каждом году. [2]

Рассчитаем амортизацию оборудования техники $I_{\text{ам.обор}}$, по следующей формуле

$$I_{\text{ам.обор}} = \left(\frac{T_{\text{исп.обор}}}{365} \right) \times K_{\text{обор}} \times H_a,$$

где $T_{\text{исп.обор}}$ – время использования оборудование;

365 дней – количество дней в году;

$K_{\text{обор}}$ – стоимость оборудования;

H_a – норма амортизации.

$$H_a = \frac{1}{T_{\text{с.с.обор}}},$$

где $T_{\text{с.с.обор}}$ – срок службы оборудования

$$I_{\text{ам.комп}} = \left(\frac{T_{\text{исп.комп}}}{365} \right) \cdot K_{\text{комп}} \cdot H_a = \left(\frac{70}{365} \right) \cdot 33860 \cdot \frac{1}{15} = 433$$

Так как для исследования нужен только компьютер, то $I_{\text{ам.комп}} = I_{\text{ам.обор}}$

Расчет заработной платы – заработная плата рассчитывается в соответствии с занятостью исполнителей, с учетом районного и тарифного коэффициентов исполнителей.

В состав затрат на оплату труда включаются:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу;
- выплаты стимулирующего характера по системным положениям;
- выплаты по районным коэффициентам;
- компенсации за неиспользованный отпуск;
- другие виды выплат. [4]

Примем, что полный фонд заработной платы ($\Phi_{зп}$):

$$\Phi_{зп} = 28000 \text{руб.},$$

Отчисления на социальные нужды выражаются в виде единого социального налога, который включает в себя: обязательные отчисления по установленным законодательством нормам органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Единый социальный налог – 30%.

Рассчитываем отчисления на социальные нужды ($I_{\text{соц.отч.}}$):

$$I_{\text{соц.отч}} = \text{ЕСН} = 0,3 \cdot \Phi_{зп} = 0,3 \cdot 28000 = 8400$$

Накладные расходы используют на следующее:

- 1) затраты на текущий ремонт;
- 2) амортизацию основных производственных фондов;
- 3) затраты на охрану труда и пожарную безопасность.

Для проектных отделов накладные затраты составляют 200% от полного фонда заработной платы Тогда: $I_{\text{накл.расх.}} = 2 \cdot \Phi_{зп} = 2 \cdot 28000 = 56000 \text{руб.}$

Рассчитываем себестоимость проекта ($K_{\text{проекта}}$).

$$K_{\text{проекта}} = I_{\text{ам.обор}} + \Phi_{зп} + I_{\text{накл.расх}} + I_{\text{соц.отч}} = 432 + 28000 + 56000 + 8400 = 92832$$

Рассчитываем плановые накопления (ПР). Стоимость проекта включает в себя 30% прибыли, таким образом:

$$\text{ПР} = 0,3 \cdot K_{\text{проекта}} = 0,3 \cdot 92832 = 27849,6$$

Рассчитываем стоимость проекта (Ц).

$$\text{Ц} = K_{\text{проекта}} + \text{ПР} = K_{\text{проекта}} + \text{ПР} = 92832 + 27849,6 = 121681,6$$

Таблица 4.9 - Смета затрат на научно-исследовательскую работу

Виды затрат	Обозначение	Сумма затрат, руб.
Амортизация оборудования	$I_{\text{ам.обор}}$	432
Затраты на оплату труда	ЗП	28000

Отчисления на социальные нужды	$I_{\text{соц.отч}}$	8400
Накладные расходы	$I_{\text{накл.расх}}$	56000
Себестоимость проекта	$K_{\text{проекта}}$	92832
Плановые накопления (прибыль)	ПР	27849,6
Стоимость проекта (цена)	Ц	121681,6

Исходя из расчетов и полученных результатов приведенных в таблице 4, можно сделать вывод, что данная научно исследовательская работа входит в обозначенные бюджетные ограничения, так как стоимость проекта равная 121681,6 рублей, меньше приблизительной суммы затрат равной 200 тысяч рублей.

7.4 Оценка целесообразности исследования

7.4.1 Оценка научно-технического уровня следования

Для определения научно - технического уровня проекта, его научной ценности, технической значимости и эффективности необходимо, рассчитать коэффициент научно-технического уровня (НТУ).

Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок. Суть метода состоит в присвоении каждому из признаков НТУ определенного числа баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик.

Формула для определения общей оценки:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

Π_i – количественная оценка i – го признака.

Таблица 4.3.1 - Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0,7
Теоретический уровень	0,6
Возможность реализации	0,5

Таблица 4.3.2 - Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
8-10	Сравнительно высокий НТУ
11-14	Высокий НТУ

Таблица 4.3.3 - Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Разработка нового метода	10
Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ	8
Разработка численных экспериментов	6
Элементарный анализ результатов исследования	3

Таблица 4.3.4 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
В течение первых лет	10
От 5 до 10 лет	5
Свыше 10 лет	3

Расчет НТУ:

$$\text{НТУ} = \sum_{i=1}^n k_i * \Pi_i$$

где $k_1 = 0,8$; $k_2 = 0,6$; $k_3 = 0,5$;

$\Pi_1 = 9$; $\Pi_2 = 6$; $\Pi_3 = 4$;

$$\text{НТУ} = 0,7*9+0,6*6+0,5*4 = 11,9.$$

По полученным значениям коэффициент научно-технического уровня (НТУ) можно сказать о достаточно высоком научно - техническом уровне исследования, его научной ценности, технической значимости и эффективности.

7.4.2 Оценка возможных рисков

Произведем оценку рисков. Определение рисков является одним из важнейших моментов при создании проекта. Учет рисков даст возможность избежать опасные факторы, которые негативно отражаются на внедрении в жизнь проекта.

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблицах 1.2-1.6.

Таблица 4.3.5 – Социальные риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Низкая квалификация персонала	0	2	0,061	0
2	Непросвещенность предприятий о данном методе	50	4	0,168	8,928
3	Несоблюдение техники безопасности	25	6	0,23	6,25
4	Увеличение нагрузки на персонал	50	4	0,168	8,928
	Сумма		16	0,627	24,1

Таблица 4.3.6 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Инфляция	100	2	0,029	1,960
2	Экономический кризис	25	3	0,049	0,980
3	Непредвиденные расходы в плане работ	25	5	0,126	5,862
4	Сложность выхода на мировой рынок	75	6	0,136	10,29
	Сумма		16	0,34	19,92

Таблица 4.3.7 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Возможность поломки оборудования	25	6	0,24	5,25
2	Низкое качество поставленного оборудования	25	8	0,313	7,0357
	Сумма		14	0,553	12,2857

Таблица 4.3.8 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i \cdot w_i$
1	Развитие конкурентных методов	50	5	0,135	8,936
2	Отсутствие результата в установленные сроки	25	6	0,123	6,25
3	Несвоевременное патентование	25	8	0,176	3,657
	Сумма		19	0,434	18,843

Таблица 4.3.9 – Общие риски

№ п/п	Риски	b_i	w_i	$b_i \cdot w_i$
1	Социальные	16	0,627	10,03
2	Экономические	16	0,34	5,44
3	Технологические	14	0,553	7,742
4	Научно-технические	19	0,434	8,246
Итого				31,458

Расчет рисков дает общую оценку в 31,458. Эта цифра говорит, что проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен вероятных препятствий.

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1) Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики.

2) Определен полный перечень работ, проводимых при компьютерном моделировании. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя и студента-исполнителя составила 95 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 79 календарных дней.

3) Суммарный бюджет затрат НИР составил – 121681,6 рублей.

4) Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом, проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.