

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

---

Институт Неразрушающего контроля  
Направление подготовки Приборостроение  
Кафедра Физических Методов и Приборов Контроля Качества

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

| Тема работы   |
|---|
| <b>Анализ влияния параметров воды на результат измерения емкости провода.</b> |
| УДК 621.315.213.1621.3.011.4:621.317.335.2                                    |

Студент

| Группа | ФИО                            | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 1БЗБ   | Уалиханов Тимур Берикболатович |         |      |

Руководитель

| Должность                             | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание       | Подпись | Дата |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель<br>ФМПК ИНК ТПУ | Вавилова<br>Галина<br>Васильевна | Кандидат<br>технических<br>наук |         |      |

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

| Должность                     | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание | Подпись | Дата |
|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------|------|
| Ассистент каф.<br>Менеджмента | Грахова Елена<br>Александровна |                           |         |      |

По разделу «Социальная ответственность»

| Должность | ФИО                            | Ученая степень,<br>звание       | Подпись | Дата |
|-----------|--------------------------------|---------------------------------|---------|------|
| Инженер   | Маланова Наталья<br>Викторовна | Кандидат<br>технических<br>наук |         |      |

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

| Зав. кафедрой | ФИО                              | Ученая степень,<br>звание                              | Подпись | Дата |
|---------------|----------------------------------|--|---------|------|
| ФМПК          | Суржиков<br>Анатолий<br>Петрович | Доктор физико-<br>математических<br>наук,<br>профессор |         |      |

## Планируемые результаты обучения

| Код результата                      | Результат обучения<br>(выпускник должен быть готов)   | Требование ФГОС ВПО,<br>критериев и/или<br>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),<br>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)<br>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).<br>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).<br>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).<br>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),<br>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),<br>Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>   |

| Код результата | Результат обучения<br>(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),<br>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),<br>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)<br>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),<br>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                               |
|--------|-----------------------------------|
| 1Б3Б   | Уалиханову Тимуру Берикболатовичу |

Тема работы:

|   |  |
|---|--|
| <b>Анализ влияния параметров воды на результат измерения емкости провода.</b> |  |
| Утверждена приказом директора (дата, номер)                                   |  |

|  |           |
|--|-----------|
| Срок сдачи студентом выполненной работы: | 6.06.2017 |
|--|-----------|

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><small>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</small></p> | <p>Объект исследования – емкость одножильного провода.</p> <p>Влияние параметров воды на емкость одножильного провода.</p>  |
| <p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><small>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования,</small></p>  | <p>Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области.</p> <p>Проведение испытаний.</p> <p>Анализ результатов испытаний.</p> <p>Оценка результатов.</p> <p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и</p> |

|  |                             |  |
|--|-----------------------------|--|
| <i>конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i> |                             | ресурсосбережение.<br>Социальная ответственность.<br>Выводы по результатам работы. |
| <b>Перечень графического материала</b><br><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>  | —                           |  |
| <b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b><br><i>(с указанием разделов)</i>   |                             |  |
| <b>Раздел</b>  | <b>Консультант</b>          |  |
| Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.   | Грахова Елена Александровна |  |
| Социальная ответственность   | Маланова Наталья Викторовна |  |
|  |                             |  |
|  |                             |  |
| <b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>  |                             |  |
|  |                             |  |
|  |                             |  |
|  |                             |  |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b> | 5.09.2016 |
|---|-----------|

**Задание выдал руководитель:**

| Должность                             | ФИО                           | Ученая степень, звание          | Подпись | Дата |
|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------|------|
| Старший преподаватель ФМПК<br>ИНК ТПУ | Вавилова<br>Галина Васильевна | Кандидат<br>технических<br>наук |         |      |

**Задание принял к исполнению студент:**

| Группа | ФИО                            | Подпись | Дата |
|--------|--------------------------------|---------|------|
| 1БЗБ   | Уалиханов Тимур Берикболатович |         |      |

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа с.84, рис.16, табл.34, 19 источников.

Ключевые слова: погонная емкость, электроемкость, температура, соленость, электропроводность.

Объектом исследования является емкость одножильных проводов с изоляцией из поливинилхлорида, резины, фторопласта и жилой из меди.

Цель работы – анализ влияния параметров воды на результат измерения емкости провода.

В процессе исследования проводился экспериментальный анализ влияния параметров воды на результат измерения емкости провода.

В результате исследования было доказано влияние параметров воды на результат измерения емкости провода.

Степень внедрения: результаты работы могут быть использованы для дальнейших исследований.

Область применения: кабельное производство.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| РЕФЕРАТ   | 6  |
| ОГЛАВЛЕНИЕ  | 7  |
| ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ   | 9  |
| ВВЕДЕНИЕ  | 10 |
| 1. ПРОВОД КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.  | 11 |
| 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ КАБЕЛЯ   | 12 |
| 3. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВОДЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ ПРОВОДА                      | 15 |
| 3.1 ПАРАМЕТРЫ ВОДЫ  | 15 |
| 3.2 ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ                     | 19 |
| 4. ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЁМКОСТИ ПРОВОДА – АКТАКОМ АМ-3001                           | 22 |
| 4.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ   | 23 |
| 4.4 ТОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ   | 24 |
| 5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ  | 25 |
| 5.5 ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА   | 25 |
| 5.6 РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ  | 26 |
| 5.6.1 ЭКСПЕРИМЕНТ №1  | 26 |
| 5.6.2 ЭКСПЕРИМЕНТ №2  | 31 |
| 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.  | 43 |
| 6.1 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.  | 43 |
| 6.2 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.  | 43 |
| 6.2.1 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ МОЖЕТ СОЗДАТЬ ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ. | 43 |

|   |    |
|---|----|
| 6.2.2 АНАЛИЗ ВРЕДНЫХ И ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ, КОТОРЫЕ МОГУТ ВОЗНИКНУТЬ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ. | 44 |
| 6.2.3 ХИМИЧЕСКИ ВРЕДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ФАКТОРЫ  | 45 |
| 6.2.4 ОСТРЫЕ КРОМКИ, ЗАУСЕНЦЫ И ШЕРОХОВАТОСТЬ НА ПОВЕРХНОСТЯХ ЗАГОТОВОК, ИНСТРУМЕНТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ.           | 46 |
| 6.2.5 ПОВЫШЕННАЯ ИЛИ ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.   | 46 |
| 6.2.6 ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ.  | 48 |
| 6.2.7 ПОВЫШЕННЫЙ УРОВЕНЬ ШУМА НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ.   | 49 |
| 6.2.8 ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ВРЕДНЫЕ ФАКТОРЫ.   | 50 |
| 6.2.9 НЕДОСТАТОЧНАЯ ОСВЕЩЕННОСТЬ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ.  | 50 |
| 6.2.10 ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА.   | 51 |
| 6.3 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЯ ОТ ДЕЙСТВИЯ ОПАСНЫХ И ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ.                     | 51 |
| 6.4 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ  | 54 |
| 6.4.1 АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.  | 54 |
| 6.4.2 АНАЛИЗ «ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА» ОБЪЕКТА ИССЛЕДОВАНИЯ.   | 54 |
| 6.5 ОБОСНОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЗАЩИТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.   | 55 |
| 6.5.1 ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ.   | 55 |
| 6.5.2 ЗАЩИТА ЛИТОСФЕРЫ.   | 55 |
| 6.6 БЕЗОПАСНОСТЬ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ.  | 56 |
| 6.6.1 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ   | 56 |
| 6.6.2 ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.  | 57 |
| 6.6.3 ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.   | 58 |

|  |    |
|--|----|
| 7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.      | 62 |
| 7.1 ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ                   | 62 |
| 7.1.1 ТЕХНОЛОГИЯ QUAD  | 62 |
| 7.1.2 SWOT – АНАЛИЗ  | 64 |
| 7.2 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.                         | 67 |
| 7.2.1 СТРУКТУРА РАБОТ В РАМКАХ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.                    | 67 |
| 7.2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ                          | 69 |
| 7.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ                  | 69 |
| 7.4 БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (НТИ)                        | 74 |
| 7.4.1 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НТИ                                     | 74 |
| 7.4.2 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ | 75 |
| 7.4.3 ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ                        | 75 |
| 7.4.4 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА                                    | 78 |
| 7.7.5 ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ                                   | 78 |
| 7.7.6 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ  | 79 |
| 7.7.7 ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ЗАТРАТ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПРОЕКТА      | 79 |
| 7.8 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НИ  | 80 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.  | 82 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.  | 83 |

## ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Кабельное изделие** — электрическое изделие, предназначенное для передачи по нему электрической энергии, электрических сигналов информации или служащее для изготовления обмоток электрических устройств, отличающееся гибкостью.

**Электрический кабель** — кабельное изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключенных в металлическую или неметаллическую оболочку, поверх которой в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься соответствующий защитный покров, в который может входить броня, и пригодное, в частности, для прокладки в земле и под водой.

**Электрический провод** — кабельное изделие, содержащее одну или несколько скрученных проволок или одну или более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься легкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплетка из волокнистых материалов или проволоки, и не предназначенное, как правило, для прокладки в земле.

**Токопроводящая жила** — элемент кабельного изделия, предназначенный для прохождения электрического тока.

**Сплошная изоляция** — изоляция в виде сплошного слоя диэлектрика (пластмассы, резины и др.)

**Кабель (провод, шнур) связи** — кабель (провод, шнур) для передачи сигналов информации токами различных частот [6].

**Электрическая ёмкость** — характеристика проводника, мера его способности накапливать электрический заряд.

**Электропроводность** - это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит в основном от степени минерализации (концентрации растворенных минеральных солей) и температуры.

## **ВВЕДЕНИЕ**

В настоящее время актуальной задачей является обеспечение качественных кабельных изделий, благодаря осуществлению непрерывного контроля параметров по всей длине изделия. Кабельные изделия, а именно, провода, являются неотъемлемыми элементами электроники и электротехники, обеспечивают направление потока электрической энергии и сигналов информации на расстояние, необходимы для создания цепей и схем. Все современные устройства, работающие на электричестве, не могут работать без проводов, образующие, для управления работой этого устройства, системы энергоснабжения.

Качество кабельных изделий можно контролировать путем постоянного контроля емкости. Так как изменение геометрических изменений провода ведет к изменению емкости провода.

На сегодняшний день регламентируется порядок только выходного контроля, который осуществляется при погружении контролируемого провода в воду. Следовательно вода является неотъемлемой частью измерительной схемы.

Целью данной выпускной квалификационной работы является анализ влияния параметров воды, таких как температура и соленость, на результат измерения ёмкости провода.

Объектом исследования являются одножильные электрические провода с различными изолирующими материалами, такими как пластмасса, резина и др.

## 1. ПРОВОД КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Кабель связи – провод, предназначенный для передачи информации токами различных частот. По кабелю связи передаются фотоизображения, телефонные разговоры, телевещательные программы, телеграммы, статистические данные, поступающие на вычислительные центры, сигналы телемеханических систем и т.д.

Появление электрического телеграфа дало начало использования кабеля связи. Изначально в роли изоляции выступала бумага, и лишь со временем стал использоваться полиэтилен и полистирол.

Кабели связи могут быть самыми разными и квалифицируются они по нескольким критериям. По конструкции кабель связи может быть симметричным или коаксиальным. Кабель связи может передавать два вида частот, и соответственно этому делится на высокочастотный кабель, передает частоту до 10 кГц и низкочастотный кабель, передает частоту меньше 10 кГц. Область применения кабеля связи это дальняя и местная связь.

Основными элементами провода являются токопроводящая жила и изоляция. Изоляция – это сплошной слой диэлектрика, изготавливается из пластмассы, резины и др., предназначен для создания диэлектрического промежутка между токопроводящими жилами и другими заземленными элементами кабельного изделия. Токопроводящая жила – элемент кабельного изделия по которому проходит электрический ток, изготавливается обычно из металлов с высокой проводимостью (серебро, алюминий, медь и их сплавов.)



Рисунок 1 – Одножильный провод круглого сечения.

## 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ КАБЕЛЯ

При включении или выключении постоянного напряжения в кабельной сети, или под действием переменного напряжения, всегда возникает емкостный ток. Длительно емкостный ток существует только в изоляции кабелей, находящихся под воздействием переменного напряжения. Ток проводимости при постоянном токе существует все время, а к изоляции кабеля оказывается приложено напряжение постоянного тока.

Электрический кабель в металлической оболочке можно рассмотреть как цилиндрический конденсатор. Емкость цилиндрического конденсатора с радиусами электродов (внутреннего  $r$  и внешнего  $R$ ) и длиной  $l$ :

$$C = \frac{2\pi\varepsilon\varepsilon_0 l}{\ln\frac{R}{r}}, \Phi \quad (1)$$

где  $\varepsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость;

$\varepsilon_0 = 8,85 * 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}}$  – электрическая постоянная;

$R$  – внешний радиус провода;

$r$  – внутренний радиус провода;

$l$  – длина провода.

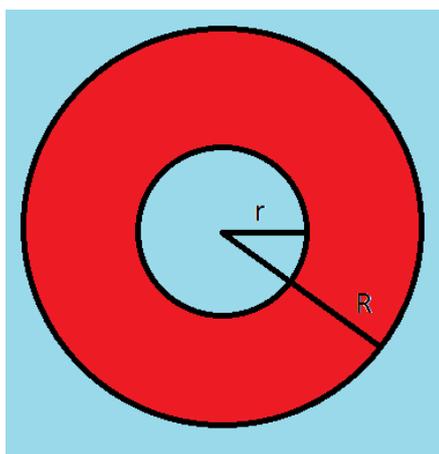


Рисунок 2 – Сечение провода.

Емкость конденсатора данных геометрических размеров и формы прямо пропорциональна  $\epsilon$  диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость  $\epsilon$  нейтральных изоляционных материалов не зависит от частоты и слабо зависит от температуры, уменьшаясь при уменьшении последней вследствие теплового расширения вещества. У дипольных изоляционных материалов при повышении частоты переменного напряжения величина  $\epsilon$  сначала также остается неизменной, но начиная с некоторой критической частоты, когда поляризация уже не успевает полностью установиться за один полупериод,  $\epsilon$  начинает уменьшаться, приближаясь при весьма высоких частотах к значениям, характерным для нейтральных изоляционных материалов. В области низких температур, когда вещество обладает большой вязкостью, ориентация дипольных молекул вдоль поля затруднена; при повышении температуры и уменьшении вязкости возможность ориентации диполей облегчается, вследствие чего  $\epsilon$  возрастает. При сравнительно высоких температурах вследствие усиления тепловых колебаний молекул степень ориентации молекул снижается, что приводит к уменьшению  $\epsilon$ .

Поле заряженного провода (жилы) вызывает перераспределение зарядов на всех соседних с ним проводах. Потенциал заряженного провода обусловлен зарядом этого провода и зарядами, индуцированными им на других проводах. Определение емкости провода в зависимости от формы и расположения смежных с ним проводов связано со значительными математическими

трудностями. Поэтому обычно пользуются для расчетов приближенными формулами.

Емкостное сопротивление - это сопротивление, которое оказывает переменному току конденсатор:

$$X_C = \frac{1}{\omega * C}, \quad (2)$$

где  $\omega = 2\pi f$

С точки зрения физики, одножильный кабель круглого сечения является по сути цилиндрическим конденсатором.

Если к двум проводникам приложить напряжение, то на них появятся равные по количеству, но разные по знаку заряды. Величина этих зарядов пропорциональна напряжению между проводниками:

$$Q = C * U, \text{ Кл}$$

Отношение заряда, внесенного на проводник, к потенциалу, до которого зарядился проводник, под действием этого заряда, называется электрической емкостью:

$$C = \frac{Q}{U}, \text{ Ф}$$

Практическая единица емкости - фарада - очень большая величина, и поэтому обычно емкость измеряют в микрофарадах ( $10^{-6}$  Ф), нанофарадах ( $10^{-9}$  Ф) и пикофарадах ( $10^{-12}$  Ф) или в абсолютной системе единиц - в сантиметрах.

$$1 \text{ см} = 1.11 * 10^{-12} \text{ Ф}$$

### **3. ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ ВОДЫ НА РЕЗУЛЬТАТ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ ПРОВОДА**

При отсутствии в конструкции кабеля металлической оболочки, экрана или брони испытываемый образец должен быть помещен в специальный бак с водой, соединенной с землей, если в нормативно-технической документации не указано другое требование.

Емкость кабелей измеряют между жилой и всеми остальными жилами, соединенными вместе, а емкость кабелей парной и черверочной скрутки измеряют между жилами в парах.

Емкость одножильного провода (одиночной жилы) измеряют после погружения его в бак с водой, соединенный с землей, между жилой и водой, если в нормативно-технической документации на кабели не указаны другие требования.

При реализации описанного в ГОСТе 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний.» метода измерения емкости провода вода обеспечивает электрический контакт между поверхностью изоляции провода и измерительным электродом, т.е. вода является электродом, поэтому целесообразно рассмотреть ее свойства

#### **3.1 ПАРАМЕТРЫ ВОДЫ**

Электропроводность природной воды зависит от степени минерализации (концентрации растворенных минеральных солей) и температуры. Поэтому по величине электрической проводимости воды можно судить о степени минерализации воды. Благодаря этой зависимости, по величине электропроводности воды можно с определенной степенью погрешности судить о минерализации воды. В измерителях общего солесодержания (TDS – метрах) используется именно этот принцип.

В эксперименте изменение удельной электропроводности воды обеспечивалось за счет изменения концентрации солености. Изменение температуры воды оказывают такое же влияние на результаты контроля емкости, что и изменение солености.

Солёность — содержание солей в воде. Измеряется в «‰» (промилле). Солёность в промилле — это количество твёрдых веществ в граммах, растворённое в 1 кг морской воды, при условии, что все галогены заменены эквивалентным количеством хлора, все карбонаты переведены в оксиды, органическое вещество сожжено. В эксперименте для удобства солёность измерялась в граммах на литр (г/л) воды.

Температура — физическая величина, характеризующая термодинамическую систему и количественно выражающая интуитивное понятие о различной степени нагретости тел.

Для водных и органических растворителей на температурную зависимость электропроводности влияют вязкость, диэлектрическая проницаемость, степень диссоциации (Диссоциация в физической химии и биохимии — распад сложных химических соединений на составляющие компоненты и/или элементы.) и подвижности ионов. Для водных растворов степень диссоциации для большинства электролитов уменьшается с ростом температуры, уменьшается вязкость растворов и возрастает подвижность ионов.

Вода представляет собой водный электропроводящий раствор, имеющих в ней солей, кислот и оснований, и, естественно, обладает некоторой электропроводностью. Электропроводность раствора пропорциональна в основном количеству находящихся в нем ионов и, следовательно, концентрации растворенных веществ [10, 19]. Минеральную часть воды в основном составляют ионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ . Прочие ионы, например,  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ , - при незначительном их содержании в воде существенного влияние на электропроводность не оказывают.

Значение электропроводности воды позволяет судить об уровне ее минерализации. В зависимости от степени минерализации вода подразделяется на следующие типы:

- пресная вода – минерализация до 1 г/л;

- солоноватая вода – минерализация до 10 г/л;
- соленая вода – минерализация до 50 г/л;
- рассол – минерализация более 50 г/л .

Удельная электропроводность составляет примерно следующие значения для:

- чистой воды – 0,055 мкСм/см;
- дистиллированной воды – 0,5 мкСм/см;
- атмосферных осадков – 5-30 мкСм/см;
- пресных речных и озерных вод – 20-800 мкСм/см;
- подземная вода, годная для питья – 30-2000 мкСм/см;
- океаническая — 45000-55000 мкСм/см .

Электропроводность растворов различных солей неодинакова. Например, воды, содержащие бикарбонат и сульфат кальция, обычно имеют самую низкую проводимость, а воды, содержащие хлорид натрия, обладают наибольшей проводимостью.

Электропроводность раствора по мере увеличения концентрации растворенных в нем веществ возрастает. В [10, 19] приведены эмпирические зависимости удельной электропроводности водных растворов различных солей (NaCl, KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHSO<sub>3</sub>) от их концентрации при температуре 25 °С. Анализ зависимостей показывает, что при изменении концентрации различных солей от 1 до 5 г/л удельная электропроводность изменяется в пределах от 1500 до 9000 мкСм/см.

Следует отметить, что одной из наиболее распространенных примесей, растворенных в технической воде, является поваренная соль NaCl. Электропроводность раствора этой соли при одинаковой концентрации имеет более высокое значение по сравнению с другими распространенными примесями (солями KCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NaHSO<sub>3</sub>) [10, 19]. Концентрация соли NaCl в 1 мг/л обеспечивает электропроводность в 1,9 мкСм/см. Зависимость между

электрической проводимостью воды и концентрацией в ней NaCl близка к прямой.

Как уже отмечалось [10, 19] вода различного происхождения может сильно отличаться по составу растворенных в ней веществ, и, соответственно, иметь разную удельную электропроводность, что может достаточно сильно исказить результат измерения емкости провода.

Применение для реализации измерения емкости водопроводной питьевой воды не решает этой проблемы, так как в СанПиНе 2.1.4.1074-01 «Вода питьевая. Гигиенические требования...» [12], регламентирующем качество питьевой воды, определяется лишь верхняя граница минерализации воды. Для водопроводной воды минерализация не должна превышать 1 г/л, причем содержание хлоридов не более 350 мг/л, а сульфатов – не более 500 мг/л. Подобная минерализация обеспечивает удельную электропроводность до 800 мкСм/см [10].

При производстве кабелей и проводов допустимо использовать техническую воду для охлаждения изоляции после экструдирования. Водой технической называется вода, кроме питьевой, минеральной и промышленной, пригодная для использования в народном хозяйстве. Поскольку единого ГОСТа на техническую воду не существует, то качество воды и степень ее минерализации может значительно отличаться на разных предприятиях. Электрическая проводимость воды зависит не только от концентрации и состава растворенных в ней минеральных солей, но и от температуры воды. Температура оказывает два различных по характеру воздействия на электропроводность растворов: влияние вследствие изменения концентрации ионов и менее заметное влияние вследствие изменения подвижности ионов. При уменьшении концентрации примесей электропроводность в большей степени обуславливается изменением константы диссоциации воды, и температурный коэффициент раствора увеличивается. При электропроводности раствора более 1 мкСм/см собственной проводимостью воды можно пренебречь [19].

### 3.2 ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Удельная электропроводность теоретически чистой воды при температуре 25 °С равна 0,055 мкСм/см. Зависимость электропроводности чистой воды от температуры имеет ярко выраженный нелинейный характер, график которой приведен в [10, 19]. В диапазоне изменения температуры от 0 до 50 °С удельная электропроводность чистой воды увеличивается от 0,01 до 0,15 мкСм/см.

Зависимость удельной электропроводности от температуры имеет вид

$$\sigma_t = \sigma_{25}(1 + \alpha t(t - 25)), \quad (2)$$

где  $\sigma_t$  и  $\sigma_{25}$  – электрическая проводимость при температуре  $t$  и 25 °С, мкСм/см;

$\alpha t$  – температурный коэффициент электрической проводимости растворенного вещества.

Температурные коэффициенты электрической проводимости  $\alpha t$  водного раствора NaCl при 25 °С равен 0,02 [10, 19]. Следовательно, в соответствии с формулой (2) электропроводность раствора NaCl при увеличении температуры на 5 °С увеличивается на 10 %.

Кроме того, анализ графиков зависимости удельной электропроводности разбавленных растворов NaCl при различных температурах, приведенных в [10, 19], показывает, что электропроводность раствора увеличивается при увеличении концентрации NaCl. При концентрации NaCl  $\lambda = 1$  г/л изменение удельной электропроводности раствора при увеличении температуры от 25 °С на 5 °С составляет 10 %, при  $\lambda = 5$  г/л – 18 %.

В ГОСТе 27893-88 не указано точное значение температуры воды, используемой для проведения испытаний. Предлагаемые условия проведения измерений могут варьироваться в достаточно широком диапазоне (температура воздуха от 15 до 35 °С). При таком разбросе температуры электропроводность чистой воды ( $\lambda \approx 0$ ) может меняться в пределах -50 % до +80 %, при

концентрации соли NaCl  $\lambda = 1$  г/л – в пределах -38 % до +72 %, при концентрации соли NaCl  $\lambda = 5$  г/л – в пределах -30 % до +15 %. Подобные изменения удельной электропроводности воды могут значительно исказить результат измерения емкости провода. Важно, что при увеличении концентрации соли вклад в изменение удельной электропроводности раствора от изменения температуры уменьшается.

Итак, в ГОСТе 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний.», единственном регламентирующем порядок проведения контроля емкости провода документе, не прописаны требования к воде, ее составу и температуре. Поэтому необходимо провести дополнительные исследования для определения условий, при которых следует проводить измерения в соответствии с требованиями ГОСТа 27893-88 для получения значения емкости образца, которое можно принимать в качестве действительного при настройке и калибровке измерителя емкости.

Анализ результатов проведенного эксперимента показал, что для различных материалов изоляции проводов существует разная зависимость изменения емкости провода при увеличении температуры воды, для поливинилхлорида существенно увеличивается измеренное значение емкости провода при увеличении температуры воды 0 до 100 °С, для полиэтилена незначительно уменьшается.

Таким образом, действительное значение емкости провода является таковым только в узком диапазоне изменения температуры воды, ее состава, концентрации примесей, а также при фиксированной температуре изоляции провода.

Для использования образцов провода в условиях технологического процесса необходимо определить значение емкости образцов провода при использовании различной температуры воды, характерной для технологического процесса изготовления провода, по методике, рекомендуемой ГОСТом, и внести эти результаты в паспорт для каждого образца провода. В дальнейшем эти результаты могут быть использованы в качестве

действительных значений при проведении «рабочей» настройки и калибровки измерителя емкости в условиях технологического процесса при строгом соблюдении температуры проведения измерений.

## **7. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.**

### **7.1 ОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

В данной научно-исследовательской работе проводится анализ влияния параметров воды на результат измерения емкости провода. Результаты, полученные в ходе работы позволят определить погрешность измерений емкости провода на этапе производства, зависящую от температуры и солености воды.

В качестве общей области применения результатов исследования выберем заводы по производству кабельной продукции. Таким образом, можно сделать вывод о том, что основной сегмент рынка представлен жителями населенного пункта и промышленным предприятиям.

Целью данного раздела является подтверждение описанных в выпускной квалификационной работе технических решений, обосновывающих экономическую необходимость и целесообразность выполнения научно-технического исследования.

В задачи раздела входит: определение потребителей результатов исследования, оценка конкурентоспособности по технологии QuaD, выполнение SWOT-анализа, планирование научно-технического исследование с разработкой графика проведения исследования, расчет бюджета научно-технического исследования, оценка эффективности проведенного исследования.

#### **7.1.1 ТЕХНОЛОГИЯ QUAD**

Для описания качества новой разработки и ее перспективности на рынке, позволяющее принимать решение целесообразности вложения денежных

средств в научно-исследовательский проект, используем технологию QuaD (Таблица 19).

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i,$$

где  $P_{cp}$  – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – средневзвешенное значение  $i$ -го показателя

Таблица 19 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

| Критерии оценки  | Вес критерия | Баллы | Максимальный балл | Относительное значение | Средневзвешенное значение |
|--|--------------|-------|-------------------|------------------------|---------------------------|
| <b>Показатели оценки качества разработки</b>                 |              |       |                   |                        |                           |
| 1. Надежность  | 0,1          | 80    | 100               | 0,8                    | 8                         |
| 2. Безопасность  | 0,2          | 90    | 100               | 0,9                    | 4,5                       |
| 3. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)     | 0,1          | 70    | 100               | 0,7                    | 7                         |
| 4. Уровень шума  | 0,05         | 60    | 100               | 0,6                    | 12                        |
| 5. Простота эксплуатации                                     | 0,05         | 95    | 100               | 0,95                   | 19                        |
| 6. Качество интеллектуального интерфейса                     | 0,05         | 60    | 100               | 0,6                    | 12                        |
| 7. Ремонтопригодность  | 0,15         | 80    | 100               | 0,8                    | 5,3                       |
| <b>Показатели оценки коммерческого потенциала разработки</b> |              |       |                   |                        |                           |
| 8. Конкурентоспособность продукта                            | 0,1          | 90    | 100               | 0,9                    | 9                         |
| 9. Цена  | 0,1          | 90    | 100               | 0,9                    | 9                         |
| 10. Финансовая эффективность                                 | 0,1          | 90    | 100               | 0,9                    | 9                         |

|                    |          |  |  |             |             |
|--------------------|----------|--|--|-------------|-------------|
| научной разработки |          |  |  |             |             |
| <b>Итого</b>       | <b>1</b> |  |  | <b>8,05</b> | <b>94,8</b> |

Так как средневзвешенное значение  $P_{cp} = 94.8$  относится к диапазону от 80 до 100 – то разработку можно считать перспективной.

Значение  $P_{cp}$  позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать.  $P_{cp} = 94.8$ , следовательно, перспективность высокая. Но все равно, несмотря на практическое отсутствие конкурентов, необходима инвестиция в некоторых количествах для дальнейшего улучшения перспективности и конкурентоспособности не только на отечественном, но и на западном рынке.

### 7.1.2 SWOT – АНАЛИЗ

SWOT-анализ поможет выявить слабые и сильные стороны проекта, также возможности и угрозы, то есть исследовать данный проект (работу) для внешней и внутренней среды (Таблица 20).

Таблица 20 – Матрица SWOT

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Заявленная экономичность технологии.</p> <p>С2. Высокая функциональная мощность разработки.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Легкое в освоении ПО.</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p> | <p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В2. Снижение таможенных пошлин на материалы, используемые при научных исследованиях</p>  | <p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p>        |

|   |  |
|---|--|
| В3. Повышение стоимости конкурентных разработок |  |
|---|--|

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.

Таблица 21 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Возможности проекта     |    | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 |
|                         | В1 | +  | +  | +  | -  | -  |
|                         | В2 | +  | -  | +  | -  | -  |
|                         | В3 | +  | -  | -  | -  | -  |

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- В1В2С1С3

Таблица 22 – Интерактивная матрица проекта

| Слабые стороны      |    |     |
|---------------------|----|-----|
| Возможности проекта |    | Сл1 |
|                     | В1 | +   |
|                     | В2 | -   |
|                     | В3 | -   |

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- В1Сл1

Таблица 23 – Интерактивная матрица проекта

| Сильные стороны проекта |    |    |    |    |    |    |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Угрозы проекта          |    | С1 | С2 | С3 | С4 | С5 |
|                         | У1 | -  | -  | +  | -  | -  |
|                         | У2 | -  | -  | -  | -  | -  |
|                         | У3 | +  | -  | +  | -  | -  |
|                         | У4 | +  | -  | +  | -  | +  |

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- У1У3У4С1С3

Таблица 24 – Интерактивная матрица проекта

| Слабые стороны |    |     |
|----------------|----|-----|
| Угрозы проекта |    | Сл1 |
|                | У1 | +   |
|                | У2 | -   |
|                | У3 | +   |
|                | У4 | +   |

Анализ интерактивных таблиц представляется в форме записи сильно коррелирующих сильных сторон и возможностей:

- У1У2У4Сл1

Составив и проанализировав интерактивные матрицы проекта, составим итоговую матрицу SWOT-анализа (Таблица 25).

Таблица 25 – Итоговая матрица SWOT

|   |   |   |
|---|---|---|
|   | <p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>С1. Заявленная экономичность технологии.</p> <p>С2. Высокая функциональная мощность разработки.</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиями.</p> <p>С4. Легкое в освоении ПО.</p> <p>С5. Квалифицированный персонал.</p> | <p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b></p> <p>Сл1. Отсутствие инжиниринговой компании, способной построить производство под ключ</p> |
| <p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Появление</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Появление спроса и снижение</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Снижение таможенных пошлин</li> </ul>  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| <p>дополнительного спроса на новый продукт</p> <p><b>В2.</b> Простая адаптация научного исследования под иностранные языки.</p> <p><b>В3.</b> Повышение стоимости конкурентных разработок</p>   | <p>таможенных пошлин позволит сделать разработку дешевле, а значит можно улучшить функциональную мощность прибора, при одинаковых затратах</p>  | <p>на комплектующие, расширит возможности выбора способа доставки, что уменьшит срок их поставок</p>   |
| <p><b>Угрозы:</b></p> <p><b>У1.</b> Отсутствие спроса</p> <p><b>У2.</b> Развитая конкуренция технологий производства</p> <p><b>У3.</b> Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции</p> <p><b>У4.</b> Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Более низкая стоимость производства и экономичность технологии позволят увеличить спрос, а также минимизировать потери при введении дополнительных требований при сертификации и несвоевременном финансовом обеспечении</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие инжиниринговой компании, недостаточная эргономичность и малый диапазон измерений, могут уменьшить спрос на разработку</li> </ul> |

Благодаря SWOT-анализу, можно сделать вывод о том, что сильной стороной проекта является его простота и экономичность, что позволит уменьшить влияние угроз на реализацию проекта.

## **7.2 ПЛАНИРОВАНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ.**

### **7.2.1 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.

По каждому виду запланированных работ была установлена соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе был составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведено распределение исполнителей по видам работ (Таблица 26).

Таблица 26 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

| Основные этапы                                       | № раб | Содержание работ   | Должность исполнителя           |
|--|-------|--|---------------------------------|
| Выбор направления исследований                       | 1     | Выбор направления исследований   | Вавилова Г.В.<br>Уалиханов Т.Б. |
|  | 2     | Составление и утверждение технического задания                                 | Вавилова Г.В.                   |
|  | 3     | Календарное планирование работ по теме   | Вавилова Г.В.                   |
|  | 4     | Подбор и изучение материалов по теме   | Уалиханов Т.Б.                  |
| Теоретические и экспериментальные исследования       | 5     | Написание теоретической части  | Уалиханов Т.Б.                  |
|  | 6     | Оценка эффективности полученных результатов и определение целесообразности ОКР | Вавилова Г.В.                   |
|  | 7     | Закупка комплектующих  | Уалиханов Т.Б.                  |
| <i>Проведение ОКР</i>                                |       |  |                                 |
| Разработка технической документации и проектирование | 8     | Разработка алгоритма программы в AlghoritmBuilder                              | Уалиханов Т.Б.                  |
|  | 9     | Разработка и расчет параметров принципиальной схемы                            | Вавилова Г.В.                   |
| Изготовление и испытание макета (опытного образца)   | 10    | Конструирование и изготовление макета  | Вавилова Г.В.<br>Уалиханов Т.Б. |
|  | 11    | Лабораторные испытания макета  | Вавилова Г.В.<br>Уалиханов Т.Б. |
|  | 12    | Оценка полученных результатов  | Вавилова Г.В.                   |
| Оформление отчета по НИР (комплекта документации по  | 13    | Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)   | Уалиханов Т.Б.                  |

### 7.2.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Для определения ожидаемого значения трудоемкости используем формулу:

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3t_{\text{min}i} + 2t_{\text{max}i}}{5}$$

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

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

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

После того, как рассчитали  $t_{\text{ож}i}$ , рассчитывается продолжительность каждой

работы в рабочих днях:  $T_{pi} = \frac{t_{\text{ож}i}}{Ч_i}$ ,

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

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

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

### 7.3 РАЗРАБОТКА ГРАФИКА ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для разработки графика проведения научного исследования будет использована диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ (Таблица 27).

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

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}},$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

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.

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = 1,5$$

На основе таблицы 27, строится календарный план-график (Таблица 28). График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

Таблица 27 – Временные показатели проведения научного исследования

| Этап  | Исполнитель           |            | Продолжительность работ |            |              | Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн. |           |           |            |
|---|-----------------------|------------|-------------------------|------------|--------------|--|-----------|-----------|------------|
|   |                       |            |                         |            |              | $T_{РД}$                                     |           | $T_{КД}$  |            |
|   |                       |            | $t_{min}$               | $t_{max}$  | $t_{ож}$     | Вавилова                                     | Уалиханов | Вавилова  | Уалиханов  |
| Выбор направления исследований                      | Вавилова<br>Уалиханов | 30%<br>70% | 2                       | 4          | 2,8          | 1  | 2         | 1         | 3          |
| Составление и утверждение технического задания      | Вавилова              | 100%       | 3                       | 6          | 4,2          | 4  | –         | 6         | –          |
| Календарное планирование работ по теме              | Вавилова              | 100%       | 1                       | 3          | 1,8          | –  | 5         | –         | 7          |
| Подбор и изучение материалов по теме                | Уалиханов             | 100%       | 5                       | 9          | 6,6          | –  | 7         | –         | 10         |
| Написание теоретической части                       | Уалиханов             | 100%       | 10                      | 14         | 11,6         | –  | 12        | –         | 18         |
| Определение целесообразности ОКР                    | Вавилова              | 100%       | 3                       | 5          | 3,8          | 4  | –         | 6         | –          |
| Закупка комплектующих                               | Уалиханов             | 100%       | 20                      | 35         | 26           | –  | 26        | –         | 39         |
| Разработка алгоритма программы в AlghoritmBuilder   | Уалиханов             | 100%       | 15                      | 25         | 19           | –  | 19        | –         | 29         |
| Разработка и расчет параметров принципиальной схемы | Вавилова<br>Уалиханов | 40%<br>60% | 5                       | 9          | 6,6          | 3  | 4         | 4         | 6          |
| Конструирование и изготовление макета               | Вавилова<br>Уалиханов | 40%<br>60% | 5                       | 12         | 7,8          | 3  | 5         | 4         | 7          |
| Лабораторные испытания макета                       | Вавилова<br>Уалиханов | 15%<br>85% | 3                       | 5          | 3,8          | 1  | 3         | 1         | 5          |
| Оценка полученных результатов                       | Вавилова              | 100%       | 3                       | 5          | 3,8          | 4  | –         | 6         | –          |
| Итоговое оформление работы                          | Уалиханов             | 100%       | 5                       | 9          | 6.6          | –  | 7         | –         | 10         |
| <b>Итого:</b>                                       |                       |            | <b>79</b>               | <b>137</b> | <b>102,2</b> | <b>20</b>                                    | <b>90</b> | <b>28</b> | <b>134</b> |

Таблица 28 – Линейный график работ

| Этап | Вавилова | Уалиханов | Февраль |    |    | Март |    |    | Апрель |    |    | Май |    |    | Июнь |
|------|----------|-----------|---------|----|----|------|----|----|--------|----|----|-----|----|----|------|
|      |          |           | 10      | 20 | 30 | 10   | 20 | 30 | 10     | 20 | 30 | 10  | 20 | 30 | 10   |
| 1    | 1        | 3         | ■       |    |    |      |    |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 2    | 6        |           | ■       |    |    |      |    |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 3    |          | 7         |         | ■  |    |      |    |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 4    |          | 10        |         | ■  | ■  |      |    |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 5    |          | 18        |         |    | ■  | ■    | ■  |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 6    | 6        |           |         |    |    |      | ■  |    |        |    |    |     |    |    |      |
| 7    |          | 39        |         |    |    |      | ■  | ■  | ■      | ■  | ■  | ■   |    |    |      |
| 8    |          | 29        |         |    |    |      |    | ■  | ■      | ■  | ■  | ■   | ■  |    |      |
| 9    | 4        | 6         |         |    |    |      |    |    |        |    |    | ■   | ■  |    |      |
| 10   | 4        | 7         |         |    |    |      |    |    |        |    |    |     | ■  | ■  |      |
| 11   | 1        | 5         |         |    |    |      |    |    |        |    |    |     |    | ■  |      |
| 12   | 6        |           |         |    |    |      |    |    |        |    |    |     |    | ■  |      |
| 13   |          | 10        |         |    |    |      |    |    |        |    |    |     |    |    | ■    |

Дата начала составления ВКР – 01.02.2017. Ожидаемая дата окончания работ над ВКР – 10.06.2017.

Научный руководитель (Вавилова Г.В.) – ■

Студент (Уалиханов Т.Б.) – ■

## 7.4 БЮДЖЕТ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (НТИ)

В состав затрат, необходимых для реализации проекта включено:

- Материальные затраты;
- Затраты на специальное оборудование для научных исследований;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы

### 7.4.1 РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НТИ

Таблица 29 – Материальные затраты.

| Наименование         | Единица измерения | Количество |     | Цена за ед., руб. |     | Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб. |     |
|----------------------|-------------------|------------|-----|-------------------|-----|---|-----|
|                      |                   | НР         | С   | НР                | С   | НР  | С   |
| Ручка шариковая      | Руб.              | 1          | 1   | 15                | 15  | 15  | 15  |
| Упаковка бумаги (А4) | Руб.              | 0,5        | 0,5 | 350               | 350 | 175   | 175 |
| Оплетка для выпайки  | Руб.              | –          | 1   | –                 | 400 | –   | 400 |
| Флюс                 | Руб.              | 1          | –   | 150               | –   | 150   | –   |
| Провод               | Руб.              | –          | 1   | –                 | 130 | –   | 130 |
| Итого                |                   |            |     | 515               | 895 | 340   | 720 |

Итого по статье «материальные затраты» – 1060 руб.

#### 7.4.2 РАСЧЕТ ЗАТРАТ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В состав затрат на специальное оборудование входят все затраты, связанные с приобретением программаторов, микроконтроллеров и другой периферии. Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам (Таблица 30).

Таблица 30 – Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

| № п/п  | Наименование оборудования            | Кол-во единиц оборудования | Цена единицы оборудования, тыс. руб. | Общая стоимость оборудования, тыс. руб. |
|--------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------|---|
| 1.     | Измеритель иммитанса АКТАКОМ АМ-3001 | 1                          | 150                                  | 150                                     |
| Итого: |                                      |                            |                                      | 150                                     |

Итого по статье «затраты на специальное оборудование» – 150000 руб.

#### 7.4.3 ОСНОВНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ТЕМЫ

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

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

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

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

Оклад по данным ТПУ для доцента кафедры со степенью кандидат наук составляет 26300 рублей без районного коэффициента. (ПК=1.3)

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя от предприятия рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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.

Таблица 31 – Баланс рабочего дня

| Показатели рабочего времени                  | Руководитель | Студент |
|--|--------------|---------|
| Календарное число дней                       | 365          | 365     |
| Количество нерабочих дней                    |              |         |
| - выходные дни                               | 52           | 52      |
| - праздничные дни                            | 13           | 13      |
| Потери рабочего времени                      |              |         |
| - отпуск                                     | 24           | 48      |
| - невыходы по болезни                        | 10           | 10      |
| Действительный годовой фонд рабочего времени | 266          | 242     |

Месячный должностной оклад работника:

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

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

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

$k_d$  – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

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

Таблица 32 – Расчет основной заработной платы

| Исполнители     | Разряд | $k_t$ | $Z_{тс}$ ,<br>руб. | $k_{пр}$ | $k_d$ | $k_p$ | $Z_m$ ,<br>руб. | $Z_{дн}$ ,<br>руб. | Тр,<br>раб.<br>дн. | $Z_{осн}$ ,<br>руб. |
|-----------------|--------|-------|--------------------|----------|-------|-------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|
| Руководитель    | КН     | –     | 26300              | 0,3      | 0,2   | 1,3   | 51285           | 2159               | 266                | 574294              |
| Инженер         | –      | 1     | 17000              | 0,3      | 0,2   | 1,3   | 33150           | 1425               | 242                | 344850              |
| Итого $Z_{осн}$ |        |       |                    |          |       |       |                 |                    |                    | 919144              |

Итого по статье «Основная заработная плата» – 919144 руб.

#### **7.4.4 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЗАРАБОТНАЯ ПЛАТА**

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Расчет производится по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

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

Здоп (руководитель) = 81144,1 руб.

Здоп (инженер) = 51727,5 руб.

Итого по статье «дополнительная заработная плата» – 132871,6 руб.

#### **7.7.5 ОТЧИСЛЕНИЯ ВО ВНЕБЮДЖЕТНЫЕ ФОНДЫ**

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:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (27,1).$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

Таблица 33 – Отчисления во внебюджетные фонды

| Исполнитель                                  | Основная заработная плата, руб. | Дополнительная заработная плата, руб. |
|--|---------------------------------|---------------------------------------|
| Руководитель проекта                         | 574294                          | 81144,1                               |
| Студент-дипломник                            | 344850                          | 51727,5                               |
| Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды | квнеб = 0,271                   |                                       |
| Итого  |                                 |                                       |
| Руководитель проекта                         | 177623,72                       |                                       |
| Инженер                                      | 107480,63                       |                                       |

Итого по статье «Отчисления во внебюджетные фонды» – 285104,35 руб.

#### 7.7.6 НАКЛАДНЫЕ РАСХОДЫ

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

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

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$Z_{\text{накл}} = 238108,7$$

Итого по статье «Накладные расходы» – 238108,7 руб.

#### 7.7.7 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 (Таблица 34).

Таблица 34 – Расчет бюджета затрат НИИ

| Наименование статьи  | Сумма, руб. | Доля затрат, % |
|--|-------------|----------------|
| 1. Материальные затраты НИИ  | 1060        | 0,06           |
| 2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ | 150000      | 8,69           |
| 3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы                    | 919144      | 53,24          |
| 4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы              | 132871      | 7,7            |
| 5. Отчисления во внебюджетные фонды  | 285104      | 16,52          |
| 6. Накладные расходы   | 238108      | 13,79          |
| 7. Бюджет затрат НИИ   | 1726287     | 100            |

## 7.8 ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НИ

Использование результатов данного анализа существенно уменьшит погрешность измеренной емкости при производстве провода, следовательно, увеличит качество кабельной продукции.

Таким образом, поставленная цель достигнута, решены поставленные задачи.

По технологии QuaD,  $P_{ср} = 94,8$ , что говорит о перспективности разработки.

SWOT-анализ позволяет сделать выводы, о сильных сторонах проекта, а также сузить диапазон угроз и рисков.

Был сформирован перечень этапов и произведено распределение исполнителей. Был разработан график проведения научного исследования,

который включает в себя 12 этапов выполнения исследования, которые заняли 28 дней для руководителя и 134 дня для студента-дипломника.

Расчитан бюджет научно-технического исследования, общая сумма затрат за год составила 1726287 рублей.