

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 качеств

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Применение измерителя емкости САР-10 электрического провода для выявления дефектов

УДК 621.3.08

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2Б	Рюмкин Александр Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ФМПК ИНК ТПУ	Вавилова Галина Васильевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и
ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующая кафедрой менеджмента ИСГТ ТПУ	Чистякова Наталья Олеговна	Кандидат экономических наук, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент кафедры ЭБЖ ИНК ТПУ	Мезенцева Ирина Леонидовна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Физических методов и приборов контроля качества	Суржигов Анатолий Петрович	Доктор физико- математических наук, профессор		

Томск – 2016 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 (ОК-14, ПК-1,6,7,8,10,11.12,13,17,23, 24,27), 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-5, ПК-14,15,19,20,21,28,29,30,33) 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-6, ПК-5,18,31,32), 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-1,2,8,11,12, ПК-2,9), 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 (ПК-3,4,9,16,22,26), 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	Требования ФГОС (ПК-33), Критерий 5 АИОР (п.2.1), согласованный с требованиями международных стандартов

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требование ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
	конкурентоспособной продукции	<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>
P8	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-28), 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-13), 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 также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-4,14,15, ПК-8) 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-9), 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: 12.03.01 Приборостроение
Кафедра физических методов и приборов контроля качеств

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
1Б2Б	Рюмкину Александру Владимировичу

Тема работы:

Применение измерителя емкости САР-10 электрического провода для выявления дефектов	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	9687/с от 14.12.15

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2016 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (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, энергозатраты; экономический анализ и т. д.).	Объект исследования – дефект одножильного провода. Возможность применения измерителя емкости САР- 10 электрического провода для выявления локальных дефектов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования,	Аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений науки и техники в рассматриваемой области. Моделирование дефектов. Анализ результатов моделирования. Проведение испытаний. Оценка результатов.

конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность. Выводы по результатам работы.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	—
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Чистякова Наталья Олеговна
Социальная ответственность	Мезенцева Ирина Леонидовна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	02.09.2015 г.
--	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ФМПК ИНК ТПУ	Вавилова Галина Васильевна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2Б	Рюмкин Александр Владимирович		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 72 с., 14 рис., 20 табл., 15 источников, 2 прил.

Ключевые слова: погонная емкость, электроемкостной измерительный преобразователь, дефект, одножильный провод, электроемкость.

Объектом исследования являются дефекты провода.

Цель работы – анализ возможностей измерителя емкости САР-10 для обнаружения локальных дефектов изоляции.

В процессе исследования проводился литературный обзор по теме, моделирование различных типов дефектов, рассчитывалась математическая модель дефектного участка провода.

В результате исследования были получены различные виды дефектов провода, построения графика зависимости различных размеров одного и того же типа дефекта, рассчитана математическая модель дефектного участка провода.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: одножильный провод с изоляцией из поливинилхлорида и жилой из меди, покрытой алюминием, диаметр провода – 1,8 мм, диаметр жилы – 0,6 мм,

Степень внедрения: высокая, работа может быть использована для дальнейших исследований

Область применения: кабельное производство

Экономическая эффективность/значимость работы: высокая

В будущем планируется продолжить дальнейшие исследования не только с дефектами проводов, но и с другими кабельными изделиями; возможность определения типа дефекта по получаемым зависимостям.

Определения

кабельные изделия: Электрические изделия, предназначенные для передачи электрической энергии, электрических сигналов информации, а также служащие для изготовления обмоток электрических устройств. Данные изделия отличаются гибкостью. В зависимости от конструктивных особенностей кабельные изделия разделяются на три основных типа: кабели, провода и шнуры.

электрический провод: Кабельное изделие, которое содержит одну или несколько скрученных проволок, либо одну или более изолированных жил, поверх которых в зависимости от условий прокладки и эксплуатации может иметься лёгкая неметаллическая оболочка, обмотка и (или) оплётка из волокнистых материалов или проволоки, и не предназначенное, как правило, для прокладки в земле.

ёмкость: Физическая величина, численно равная заряду, который необходимо сообщить проводнику для того, чтобы изменить его потенциал на единицу.

дефект: Каждое несоответствие продукции установленным требованиям

токопроводящая жила: Элемент кабельного изделия, предназначенный для прохождения электрического тока.

изолированная жила: Токопроводящая жила, покрытая изоляцией [1].

Оглавление

Реферат	6
Определения	7
Введение.....	9
1 Основные понятия.....	11
1.1 Основы технологии изготовления кабельных изделий.....	12
2 Дефекты.....	14
2.1 Дефекты в кабельном производстве.....	14
3 Измеритель емкости САР – 10.....	21
3.1 Принцип действия САР – 10	21
3.2 Конструкция ЭЕИП.....	22
3.3 Применение САР-10 для нахождения дефектов	24
5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	32

Введение

В современном мире актуальной задачей является обеспечение качества выпускаемых кабельных изделий за счет осуществления постоянного контроля параметров по всей длине изделия. Кабельные изделия, в частности, провода, являются одними из наиболее широко используемых элементов электротехники и электроники, служат для направления потока электрической энергии и сигналов информации на расстояние, для создания самых разнообразных схем и цепей. Ни одно современное техническое устройство, связанное с использованием электричества, не может работать без проводов, образующих системы энергоснабжения, управления работой этого устройства.

Высокие требования к качеству кабельных изделий приводят к необходимости контролировать как геометрические, так и электрические параметры провода. Так как изменение погонной емкости может свидетельствовать об отклонении каких-либо геометрических параметров провода или электрических характеристик изоляции, контроль емкости провода приобретает особое значение для кабельной промышленности. В связи с этим, большое научное и практическое значение приобретает разработка методов и средств постоянного контроля емкости провода непосредственно в процессе производства.

Основными элементами провода являются токопроводящая жила и изоляция. Токопроводящей жилой называется элемент кабельного изделия, предназначенный для прохождения электрического тока, изготавливаемый обычно из металла с большой проводимостью (алюминия, меди, серебра или их сплавов). Изоляция выполняется в виде сплошного слоя диэлектрика (пластмассы, резины и др.), предназначенного для создания электрически прочного диэлектрического промежутка между токопроводящими жилами и другими заземленными элементами кабельного изделия. Изоляция создает разделительный промежуток между токопроводящими жилами и заземленными поверхностями. Изоляция не должна пропускать электрический ток, создавать

помех его пропуску и не портиться от его воздействия. Целостность изоляции является основным параметром качества кабельных изделий.

Целью данной работы является анализ возможностей измерителя емкости САР-10 для обнаружения локальных дефектов изоляции типа: сдир изоляции, локальное утолщение, точечные проколы.

1 Основные понятия

Одной из основных нормируемых величин, определяющих качество кабелей связи, является его емкость C , Ф. Емкость – физическая величина, численно равная заряду, который необходимо сообщить проводнику для того, чтобы изменить его потенциал на единицу. Емкость одножильного электрического провода с металлическим экраном или оболочкой, а также емкость кабеля с отдельно экранированными жилами определяется по такой же формуле, как и емкость цилиндрического конденсатора, где одной из обкладок является электропроводящая жила провода, а другой – металлический экран (оболочка):

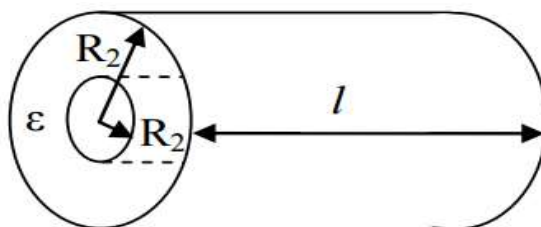


Рисунок 1 – Модель кабеля связи в виде цилиндрического конденсатора

$$C = \frac{2 \cdot \pi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{\ln\left(\frac{D}{d}\right)} \quad (1)$$

где L – длина кабеля, м;

d, D – диаметры проводящей жилы и изоляции соответственно, мм;

ϵ_0 – электрическая постоянная, равная $8,86 \cdot 10^{-12}$, Ф/м;

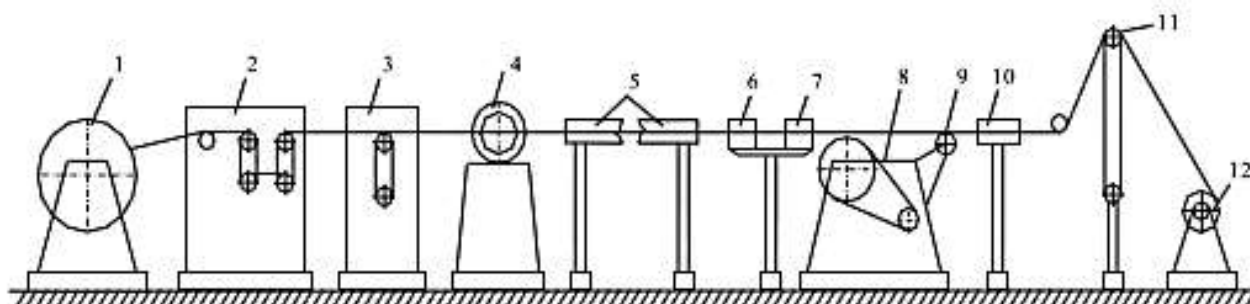
ρ – удельное сопротивление, Ом/м;

ϵ – относительная диэлектрическая проницаемость материала изоляции.

Исходя из этого, с увеличением длины сопротивление изоляции падает, ёмкость возрастает. При наличии дефектов изменяются электрические свойства отрезка провода в зависимости от формы и размеров дефекта.

1.1 Основы технологии изготовления кабельных изделий

Электрические кабели изготавливают на поточных линиях, которые представлены объединением различных агрегатов и технологических процессов в единый технологический комплекс (рис.2). Современные поточные линии объединяют в себе волочение проволоки, отжиг, наложение изоляции, охлаждение изолированной жилы, испытание и прием готовой продукции в определенную тару.



1 – отдающий барабан; 2 – волочильная машина; 3 – устройство для непрерывного отжига жилы; 4 – червячный пресс; 5 – охлаждающая ванна; 6 – обдувка воды с поверхности жилы; 7 – измеритель диаметра жилы; 8 – тяговое компенсаторное устройство; 9 – измеритель длины; 10 – высоковольтный испытатель; 11 – компенсатор; 12 – приемник.

Рисунок 2 – Схема технологического процесса наложения изоляции из пластмасс:

Производство жил

Основой для производства токоведущих жил служит так называемая медная или алюминиевая катанка – заготовка для получения проволоки в специальных волочильных машинах. Поэтому и сам процесс назван волочением в ряде машин и приспособлений, входящих в волочильный комплекс.

Производство и нанесение изоляции

1. Экструзионная линия, специальный промышленный комплекс, накладывает изолирующие оболочки на токопроводящие жилы. Сырьём для изолирующего материала служит гранулированный поливинилхлоридный

пластикат, однако в него добавляют целый ряд присадок–пластификаторов для придания определённых свойств (красителей, наполнителей, стабилизаторов и др.). Некоторые из них служат для придания изоляции пластичности, морозоустойчивости и других качеств, а некоторые, красители, помогают впоследствии правильно коммутировать проводники в согласии с требованиями о цветовой маркировке жил;

2. Следующий этап происходит в центре линии, экструдере, который расплавляет смесь гранул пластиката (поливинилхлорид с отмеренными дозами присадок) и полученную расплавленную массу продавливает сквозь кольцевой зазор, формируя оболочку, накладываемую на токоведущую жилу. Затем происходит процесс полимеризации текучей массы;

3. После прохождения экструдера заготовка проходит сквозь охлаждающую водяную ванну определённой длины и с заданной скоростью. Так жила охлаждается до температуры около 60-70 градусов по Цельсию, что предотвратит деформацию изоляции на последующих этапах;

4. В большинстве случаев дальше необходима аккуратная скрутка проводников, поэтому следующий этап – это крутильные машины, оснащённые подкручивающими механизмами. Следующий этап – «одевание» общей изоляции – оболочки;

5. Возвращая скрутку на экструзионную линию, уже описанным выше методом наносится и общая оболочка;

6. Проверка и разбухтовка – финальные этапы производства кабеля. Кабельные изделия обязательно проходят проверку в отделе технологического контроля и получают свои «паспорта» - необходимые документы. Затем специальные станки наматывают готовую кабельную продукцию на деревянные барабаны. Обычно длина намотки имеет стандартную длину – 50, 100, 200 или 500 м, что зависит от типа кабеля, количества и сечения токоведущих жил.

2 Дефекты

2.1 Дефекты в кабельном производстве

Согласно ГОСТ 15467-79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения» [2]: Дефект – каждое несоответствие продукции установленным требованиям, а дефект в изоляции кабельного изделия – любое несоответствие изоляции кабельных изделий установленным к ней требованиям.

Виды дефектов (браков) изоляции [3]:

1. Сдир изоляции (рис.3, а);
2. Шероховатость и растрескивание изоляции (рис.3, б);
3. Местные разрывы и шишки по изоляции (рис.3, в);
4. Эксцентричность (рис.3, г);
5. Недовулканизация изоляции (рис.3, д);
6. Занижение диаметра по изоляции (рис.3, е);
7. Пористая изоляция (рис.3, ж);
8. Неравномерность наружного диаметра, наплывы по поверхности изоляции (рис.3, з);
9. Включение посторонних частиц, пузырей воздуха (рис.3, и).

На качество кабельной продукции существенное влияние оказывает формирующий инструмент (дорн, матрица). В нём происходит непосредственное формирование расплава полимера в слой изоляции. Помимо этого, существенное влияние оказывают такие параметры, как геометрические размеры червяка и цилиндра, частота вращения червяка, выбор определенного температурного режима, скорость прохождения заготовки через головку экструдера.

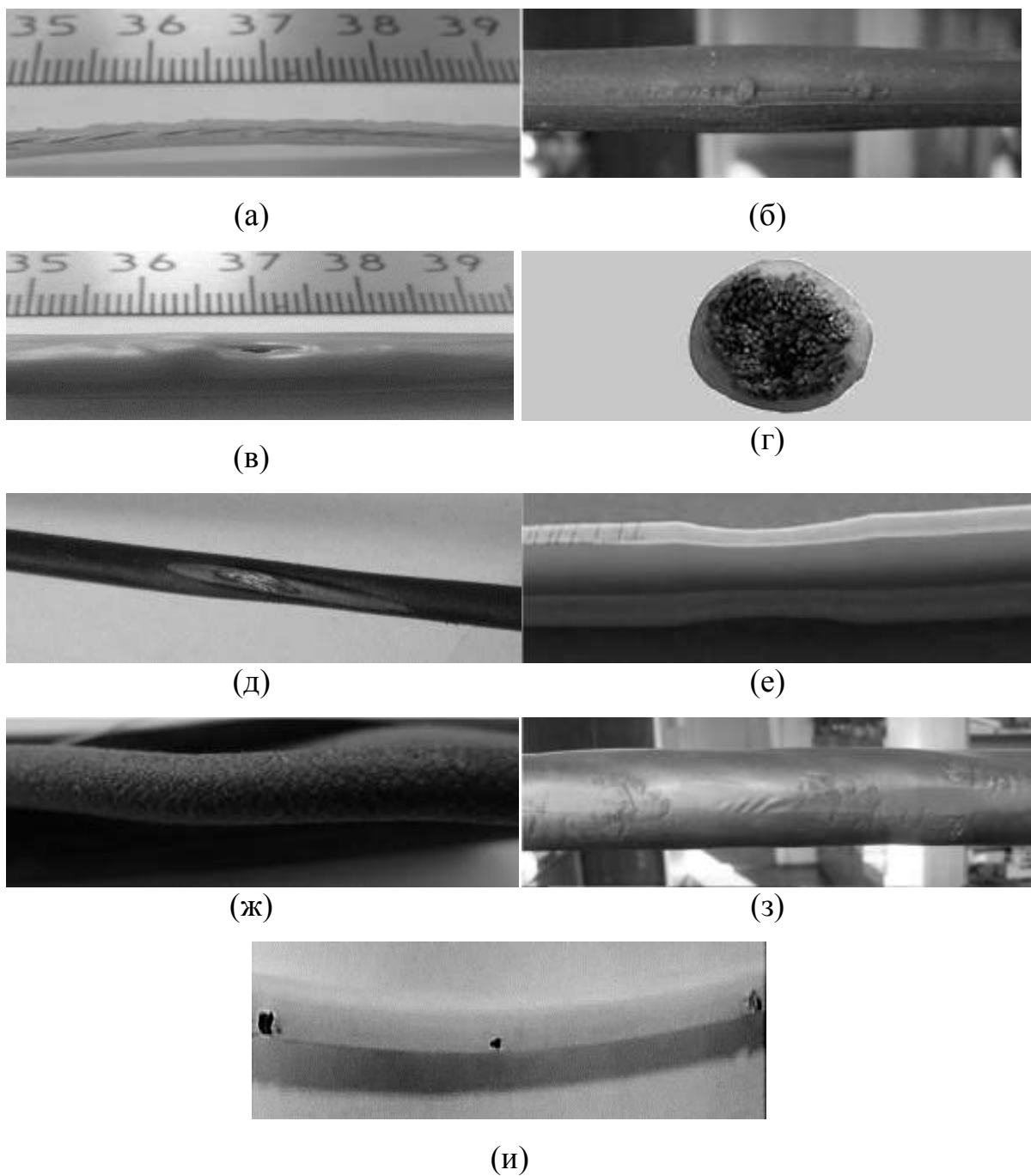


Рисунок 3 – Виды дефектов провода

От взаимного расположения дорна и матрицы зависит плотность наложения изоляции на токопроводящую жилу. Существуют различные степени обжатия изоляции, представленные на рисунке 4.

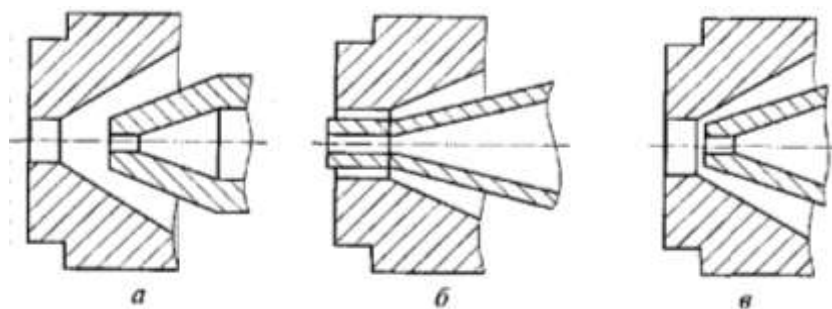


Рисунок 4 – Схемы взаимного расположения дорна и матрицы:

а – плотное наложение изоляции (с обжатием); б – свободное наложение изоляции (трубкой); в – наложение изоляции с малым обжатием

Первый способ (Рис.4, а) применяется для изготовления проводов высокого напряжения, когда наличие воздушных полостей недопустимо. Свободное наложение (Рис 4, б) применяется для многих случаев, таких как: наложение изоляции на провода некруглой формы, наложение изоляции с вытяжкой, наложение пластмассовых оболочек на сердечник провода. При наложении изоляции проводов, работающих при низком напряжении, когда наличие воздушных полостей не опасно, так как мала напряженность электрического поля в изоляции, возможно расположение формирующего инструмента по схеме, представленного на рис.4, в.

На производительность экструдера и степень обжатия влияет расстояние между концом дорна и началом цилиндрической матрицы (рисунок 5). При увеличении расстояния a увеличивается конусный кольцевой зазор между дорном и матрицей, а, как из этого следует, увеличивается пропускная способность головки. Большое расстояние между дорном и матрицей может привести к обрыву жилы и нарушению ее центровки в цилиндрической части матрицы.

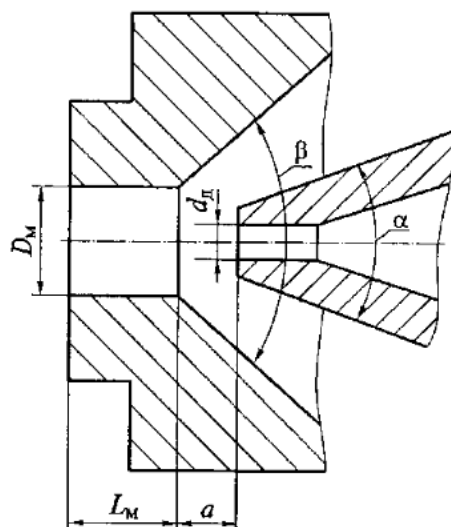


Рисунок 5 – Схема расположения дорна и матрицы

Угол между образующими конусных поверхностей дорна и матрицы определяет пропускную способность участка экструдера и влияет на его производительность. Производительность увеличивается за счет увеличения этого угла, но, для более лучшего прогрева слоя полимера угол выбирают от 0 до 10 градусов.

Диаметр цилиндрической части матрицы D_M определяет наружный диаметр $D_{из}$ выпрессованного слоя полимера, поэтому эти диаметры равны. Из-за процесса охлаждения некоторые полимеры меняют свои размеры, поэтому D_M может меняться до десяти процентов.

Существенное влияние на производительность экструдера и на качество накладываемого полимерного покрытия оказывает длина цилиндрической части матрицы, обозначаемой L_M . На этом участке происходит формирование слоя изоляции, поэтому увеличение его длины способствует более стабильному течению потока расплава в этой зоне, а, следовательно, получается более качественная изоляция. С увеличением длины данной части матрицы увеличивается сопротивление, которое оказывается на поток расплава. Вследствие этого уменьшается пропускная способность и производительность экструдера.

Внутренний выходной диаметр дорна d_d приблизительно равен диаметру токопроводящей жилы. При заметном увеличении зазора между жилой и внутренней поверхностью выходного отверстия дорна жила может оборваться из-за проникновения в зазор полимера, который находится под избыточным давлением.

Размеры червяка и температура в экструдере оказывают влияние на параметры изоляции. Основным параметром червяка является диаметр D . Остальные размеры обычно выражаются относительно диаметра. Для таких широко применяемых полимеров, как полиэтилен и поливинилхлоридные пластикаты, применяют червяки с большой длиной L , достигающей $(20...25) D$ и выше, и относительно небольшой глубиной нарезки.

Глубину нарезки в дозирующей зоне h_d для пластмасс обычно выбирают в пределах $(0,05...0,15) D$, а степень сжатия, равная отношению глубины нарезки в зоне загрузки, и зоне дозирования, в зависимости от вида перерабатываемого материала составляет $(2,0...4,5) D$. Чем меньше глубина, тем более равномерно расплав прогревается, а, следовательно, обеспечиваются более стабильные вязкость в канале червяка и соответственно однородность изоляции.

Чем больше длина зоны дозирования L , тем выше стабильность работы экструдера, так как при этом больше выравнивается температура, а значит, и вязкость расплава в этой зоне. Кроме того, при увеличении диаметра, обеспечивается более пологая характеристика червяка, что также способствует большей стабильности, поэтому обычно длину зоны дозирования берут не меньше $4 D$ а в ряде случаев — до $12 D$. Длина переходной зоны или зоны сжатия обычно бывает небольшой $(0,5... 1) D$.

Шаг нарезки для большинства червяков, используемых для переработки пластмасс, постоянен по всей длине червяка и обычно равен диаметру червяка.

Ширина гребня нарезки e червяка обычно составляет $(0,1... 0,15) D$.

Зазор между гребнем нарезки и стенкой цилиндра должен быть как можно меньше.

Температура в зонах цилиндра, головки экструдера и охлаждающем устройстве оказывает большое влияние на качество изоляции и производительность экструдера.

В зоне загрузки, температуры стенки цилиндра и поверхности червяка выбирают такими, чтобы обеспечивался наибольший коэффициент трения между полимером и стенкой цилиндра и наименьший — между полимером и поверхностью червяка.

В дозирующей зоне важно иметь равномерный нагрев по всему объему нарезки червяка, что обеспечивает однородность расплава и соответственно однородность свойств по толщине слоя изоляции, т.е. ее высокое качество.

Наибольшая производительность экструдера обеспечивается при максимально высокой температуре червяка. Однако следует иметь в виду, что при этом из-за разной температуры по высоте канала ухудшается гомогенность расплава, а также имеется опасность чрезмерного перегрева полимера и его разложения.

Уменьшение температуры как цилиндра, так и червяка из-за увеличения вязкости расплава ведет в целом к уменьшению производительности экструдера.

Условия охлаждения после экструдирования являются одним из основных факторов, определяющих как качество наложенного полимерного покрытия, так и линейную скорость изолирования. Полимерное покрытие после экструдирования необходимо охладить до температуры, при которой оно не будет деформироваться или повреждаться на приемном барабане. Эти температуры достаточно высоки: для полиэтилена низкой плотности — 60...80 градусов Цельсия, для ПВХ пластиката — 60...90 градусов, для фторопластов — 110...200 градусов и т. д. Однако в реальных условиях экструдированное покрытие охлаждают до температур 40...50 градусов, что отвечает требованиям техники безопасности.

При резком охлаждении полимерных покрытий могут происходить изменения структуры и некоторых физических свойств материала. Так как в

этом случае релаксационные процессы не успевают завершиться и образуется неравновесная структура материала, в которой преобладает аморфная фаза. Плотность такой структуры ниже, чем у неравновесной, возникающей при медленном охлаждении кабельного изделия. В результате внутренние напряжения, связанные с разбуханием и ориентацией расплава, замораживаются. В процессе эксплуатации (особенно при повышенных температурах) структура будет стремиться прийти в равновесное состояние, что приведет к перераспределению напряжений и ее усадке, которые могут вызвать появление трещин при тепловом старении и снижение морозостойкости. Причем трещины как раз и появляются в местах концентрации механических напряжений.

Существует достаточно много способов устранения брака кабельных изделий, причин их появления. Многие мероприятия заключаются в ремонте, чистке, замене оборудования и составляющих, таких, как пресс, дорн, матрица и другие. Также применяются и технические решения, такие, как снижение температуры нагрева, снижение скорости тяги, оборотов червяка, тягового устройства.

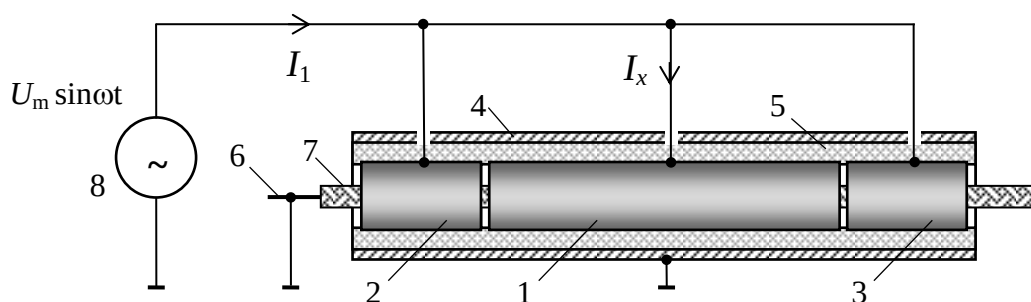
Основной вид контроля качества кабелей с полимерной изоляцией - контроль высоким напряжением. Наличие дефектов в проводе определяется по возникновению электрического пробоя, при этом бездефектная изоляция не повреждается. Такой контроль относится к электроискровым способам неразрушающего контроля [3].

В данной работе применяется электроемкостной метод контроля - метод электрического контроля, основанный на регистрации емкости участка объекта контроля. Для реализации метода используется измеритель емкости САР-10. Применение данного прибора обусловлено тем, что изменение погонной емкости провода зависит от наличия дефектов.

3 Измеритель емкости САР – 10

3.1 Принцип действия САР – 10

Метод измерения емкости провода заключается в создании гармонического электрического поля между участком поверхности изоляции провода и заземленной электропроводящей жилой с помощью трубчатого измерительного преобразователя, помещенного в воду. Значение силы тока, протекающего через измерительный электрод, при известных амплитуде и частоте приложенного к электродам гармонического напряжения определяет значение емкости провода. Контроль осуществляют непосредственно в технологическом процессе изготовления электрических проводов на стадии нанесения на электропроводящую жилу изоляционной оболочки методом экструзии. Измерительный преобразователь с участком контролируемого провода погружается в воду охлаждающей ванны экструзионной линии. Таким образом, в процессе контроля измеряется емкость цилиндрического конденсатора, одной из обкладок которого является электропроводящая жила провода, а другой – вода, окружающая его изоляционную оболочку и находящаяся в электрическом контакте с трубчатым электродом, через который непрерывно движется контролируемый провод.



1 – измерительный электрод; 2,3 – дополнительные электроды; 4 – корпус преобразователя; 5 – изолятор; 6 – токопроводящая жила; 7 – изоляция провода; 8 – генератор

Рисунок 6 – Конструкция электроемкостного измерительного преобразователя

3.2 Конструкция ЭЕИП

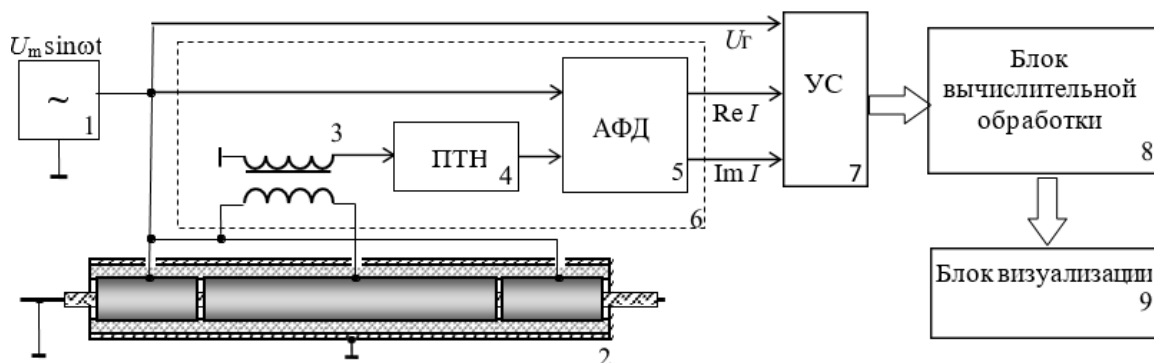
Для реализации описанного способа используется электроемкостной измерительный преобразователь, который схематично представлен на рисунке 6. Данный преобразователь состоит из измерительного 1 и двух дополнительных 2 и 3 трубчатых электродов, располагающихся внутри металлического корпуса 4, и изолированы от него слоем изоляционного материала 5. Контролируемый провод, состоящий из токопроводящей жилы 6 и изоляционной оболочки 7, движется непрерывно внутри электродов преобразователя, погруженного в воду специально оборудованной ванны экструзионной линии, которая предназначена для охлаждения нагретого во время нанесения изоляции провода. Электропроводящая жила провода и корпус преобразователя соединены с общей точкой (землей). Трубчатые электроды соединены с генератором 8 переменного напряжения [4].

Измеритель емкости САР-10 предназначен для контроля емкости одножильного провода непосредственно в процессе производства на стадии нанесения изоляции на токопроводящую жилу. Прибор обеспечивает измерение значения погонной емкости провода, сравнение измеренного значения с предельно допустимыми значениями емкости, осуществляет индикацию результата измерения, а также может создавать и хранить массив значений результатов измерения за заданный промежуток времени.

Измеритель САР-10 используется для контроля емкости одножильных проводов с наружным диаметром изоляции (0,5...12) мм. Диапазон измеряемой погонной емкости провода (50...500) пФ/м. Прибор обеспечивает измерение емкости с максимально допустимой погрешностью 2,5 % от номинального значения погонной емкости провода.

Структурная схема измерителя емкости САР-10 приведена на рисунке 7. Измеритель емкости состоит из генератора 1 гармонического напряжения $U_m \sin \omega t$ с заданными амплитудой $U_m = 3,5$ В и угловой частотой $\omega = 2 \cdot \pi \cdot 50$ кГц, ЭЕИП 2, блока аналогового преобразования 6,

устройства сопряжения 7, блока вычислительной обработки 8, блока визуализации 9.



1 – генератор; 2 – ЭЕИП; 3 – трансформатор тока; 4 – преобразователь ток- напряжение; 5 – амплитудно-фазовый детектор; 6 – блок аналогового преобразования; 7 – устройство сопряжения; 8 – блок вычислительной обработки сигнала; 9 – блок визуализации

Рисунок 7 – Структурная схема измерителя емкости CAP-10

Выходным сигналом ЭЕИП является ток I_x , мА, амплитуда которого пропорциональна измеряемому значению емкости контролируемого провода. Этот сигнал подается на вход блока аналогового преобразования сигнала 6, в состав которого входит трансформатор тока (ТТ) 3, преобразователь ток-напряжение (ПТН) 4, амплитудно-фазовый детектор (АФД) 5. ТТ служит для гальванической развязки измерительной цепи электрода и схемы аналогового преобразования сигнала. С выхода ТТ ток I_x , мА подается в ПТН для преобразования в напряжение и далее – на вход АФД, в котором осуществляется выделение мнимой и действительных составляющих сигнала измерительной информации. Опорным сигналом АФД является напряжение генератора 1. Выходные напряжения АФД ($\text{Re } U$ и $\text{Im } U$), пропорциональные амплитудным значениям комплексных составляющих тока цепи измерительного электрода, подаются на входы устройства сопряжения (УС) 7. УС представляет собой плату сбора данных, в качестве которой используется модуль USB3000 – универсальный скоростной восьмиканальный АЦП. УС

осуществляет преобразование аналогового сигнала в цифровой код и передачу его в персональный компьютер. Подключение модуля USB3000 к компьютеру ПК осуществляется через USB- порт компьютера.

Блок вычислительной обработки сигнала 8 и блок визуализации 9 реализуются на персональном компьютере с использованием программного обеспечения, разработанного в среде LabView. В блоке вычислительной обработки сигналов 8 осуществляется фильтрация, усреднение результатов измерения за 1 секунду и дальнейшая вычислительная обработка сигналов измерительной информации в соответствии с алгоритмом преобразования. Блок визуализации 9 предназначен для представления измерительной информации в удобном для оператора виде [5].

3.3 Применение CAP-10 для нахождения дефектов

На рисунке 8 представлен внешний вид макета измерителя погонной емкости CAP-10, составными частями которого являются ЭЕИП, блок аналоговой обработки сигналов измерительной информации, устройство сопряжения и персональный компьютер (ноутбук).

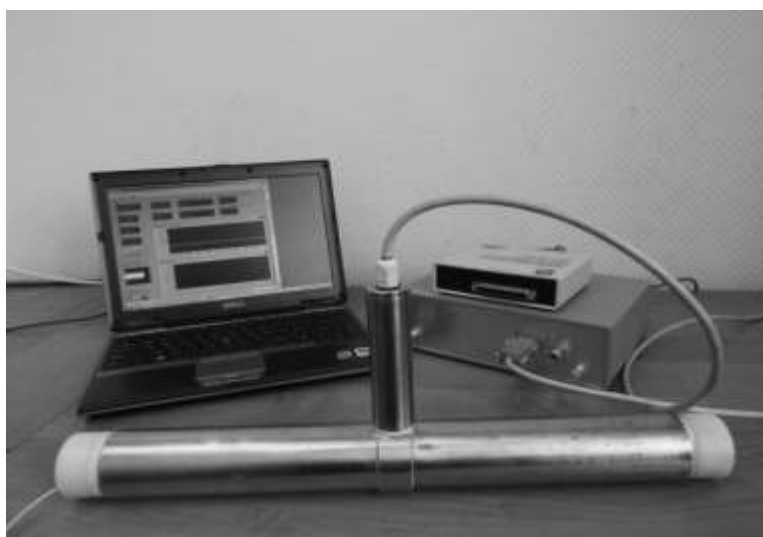


Рисунок 8 – Внешний вид измерителя погонной емкости

Основной управляющей программой измерителя емкости CAP-10 является программа «Cmetr.vi», разработанная в среде LabView 8.5.

При открытии программы «Cmetr.vi», на экране компьютера появляется лицевая панель виртуального прибора (рисунок 8), отображающая следующую информацию:

- комплексные составляющие измеренного тока « $\text{Re } \dot{I}_x$ » и « $\text{Im } \dot{I}_x$ » на цифровых индикаторах;
- выходные напряжение и ток генератора « U_{Γ} » и « I_{Γ} » на цифровых индикаторах;
- рассчитанные амплитудное значение измеренного тока « I_x » и его фазы «Phase» на цифровом индикаторе;
- временная диаграмма значения погонной емкости провода «Текущее значение»;
- рассчитанное значение погонной емкости одножильного провода «C, пФ/м» на цифровом индикаторе;
- кнопка «STOP» для остановки измерений; временная диаграмма «Протокол измерений» для записи массива данных значений погонной емкости за заданный интервал времени;
- кнопка «Запись данных» для запуска и остановки записи файла протокола контроля [5].

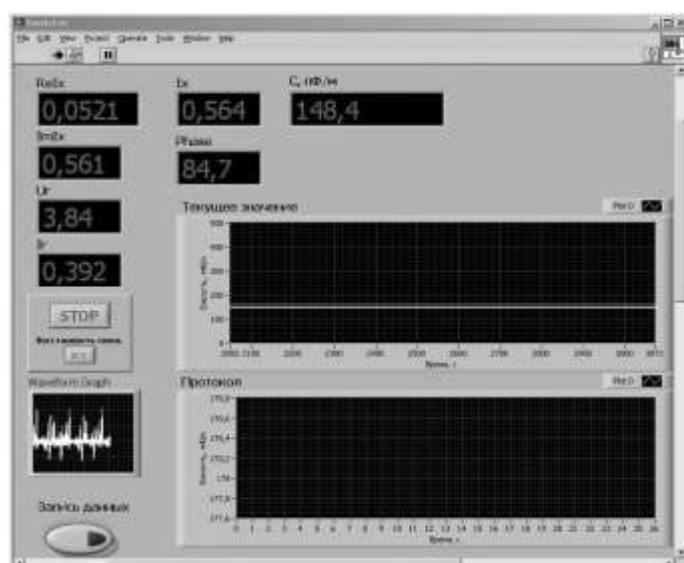


Рисунок 9 – Лицевая панель измерителя емкости САР-10

Наличие локальных дефектов в изоляции приводит к резкому, скачкообразному изменению геометрических параметров провода и электрических характеристик изоляции, а, следовательно, к резкому изменению значения емкости контролируемого провода.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б2Б	Рюмкину Александру Владимировичу

Институт	ИНК	Кафедра	ФМПК
Уровень образования	Бакалавриат	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	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки позволяет говорить о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование бюджета научных исследований состоит из: материальных затрат НИИ, затрат на спецоборудование для научных работ, затрат по основной заработной плате исполнителей работы, затрат по дополнительной заработной плате исполнителей работы, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Составив таблицу сравнительной эффективности разработки, был сделан вывод о том, что наиболее (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования, является исполнение 1.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Альтернативы проведения НИ
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Заведующий кафедрой менеджмента ИСГТ ТПУ	Чистякова Наталья Олеговна	Кандидат экономических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б2Б	Рюмкин Александр Владимирович		

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

5.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

В данном случае сегментирования целесообразно провести по критерию каждого фактора, в частности:

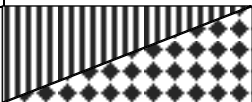
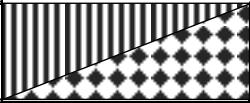
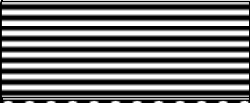
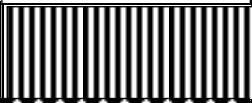
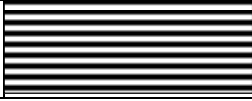
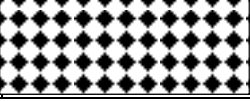
Рабочее напряжение («низкое» - 0-40 В, «среднее» - 40-380 В, «высокое» - 380 В и выше); скорость линии производства; доступность по цене и возможности заказа; точность измерения.

А также следует выделить стоимостные значения каждого фактора:

- низкое;
- среднее;
- высокое.

Например, в случае рабочего напряжения – рабочее напряжение («низкое» - 0-40 В, «среднее» - 40-380 В, «высокое» - 380 В и выше);

Исходя из сегмента рынка, будет произведено сегментирование коммерческих организаций по отраслям. Сегментирование приведено в табл.3.
Таблица 3 – Карта сегментирования рынка услуг по производственному фактору

	Рабочее напряжение	Скорость линии производства	Доступность по цене и возможности заказа	Точность измерения
Низкое				
Среднее				
Высокое				

САР-10 – 

САРАС HS – 

ЗАСИ-40 – 

В приведенной карте показано, какие характеристики свойственны каждому прибору. Следуя таблице, можно сделать вывод о том, что данные приборы различаются не только по стоимости, но и по техническим характеристикам. Но эти различия возникли не из-за того, что тот или иной прибор хуже или лучше, а потому, что САР-10 и САРАС HS в отличие от ЗАСИ - 40 используют другой метод измерения параметров изоляции (электроемкостной), а ЗАСИ – высоковольтный измеритель.

5.2. Технология QuaD

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

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

1) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

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

2) Показатели оценки качества разработки:

- динамический диапазон;
- вес;

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

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (таблица 4). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 4 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1.Точность измерения	0.01	50	100	0.5	0.005
2.Надежность	0.1	80	100	0.8	0.08
3.Безопасность	0.2	95	100	0.95	0.19
4.Простота эксплуатации	0.09	60	100	0.6	0.054
5.Ремонтпригодность	0.2	80	100	0.8	0.16
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
6.Конкурентоспособность продукта	0.1	90	100	0.9	0.09
7.Перспективность рынка	0.05	90	100	0.9	0.045
8.Цена	0.2	90	100	0.9	0.18

Продолжение таблицы 4

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
9.Послепродажное обслуживание	0.05	40	100	0.4	0.02
Итого	1				

Оценка качества и перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \sum B_i \cdot B_i \quad (2)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – средневзвешенное значение i -го показателя.

$$P_{\text{ср}} = 0.01 * 50 + 0.1 * 80 + 0.2 * 95 + 0.09 * 60 + 0.2 * 80 + 0.1 * 90 + + 0.05 * 90 + 0.2 * 90 + 0.05 * 40 = 5 + 8 + 19 + 5.4 + 16 + 9 + 4.5 + 18 + 2 = = 86.9$$

Значение $P_{\text{ср}}$ позволяет говорить о перспективах разработки и качестве проведенного исследования. о том, что разработка считается перспективной и ее следует развивать. $P_{\text{ср}} = 86.9$, 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.

5.3 Планирование научно-исследовательских работ

5.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;

- b) определение участников каждой работы;
- c) установление продолжительности работ;
- d) построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ. Примерный порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления исследования	2	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	4	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	5	Изучение литературы по теме	Студент
	6	Сравнение нескольких типов дефектоскопов	
Практические исследования	7	Моделирование дефектов провода	Студент
	8	Проведение экспериментов с помощью прибора	
	9	Изучение результатов проведенного исследования	

Продолжение таблицы 5

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
	10	Математическое моделирование дефектов провода	Студент
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	Студент

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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

$$t_{\text{ож}i} = \frac{3 \cdot t_{\text{mini}} + 2 \cdot t_{\text{maxi}}}{5}, \quad (3)$$

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

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

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

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

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (4)$$

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

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

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

5.3.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

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

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \quad (5)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

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.

Согласно производственному и налоговому календарю на 2016 год, количество календарных 366 дней, количество рабочих дней составляет 247 дней, количество выходных и праздничных 119 дней (количество предпраздничных дней – 15, количество выходных дней – 104), таким образом: $k_{\text{кал}} = 1,48$.

Все рассчитанные значения вносим в таблицу А.1 приложения А.

После заполнения таблицы А.1 строим календарный план-график (табл. Б.1, приложение Б). 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. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

5.4 Бюджет научно-технического исследования

5.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данный пункт включает стоимость всех материалов, используемых при работе с практической частью выпускной квалификационной работы. Это в первую очередь покупные материалы, которые использовались для обеспечения нормального технологического процесса, а также сырье и материалы, используемые в качестве объектов исследований. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле (7).

$$Z_m = (1 + k_T) * \sum_{i=1}^m C_i + N_{расхi} \quad (7)$$

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

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

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./ m^2 и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Величина коэффициента (k_T), отражающего соотношение затрат по доставке материальных ресурсов и цен на их приобретение, зависит от условий договоров поставки, видов материальных ресурсов, территориальной удаленности поставщиков и т.д. Транспортные расходы принимаются в

пределах 15-25% от стоимости материалов. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносим в таблицу 7.

Таблица 6 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб.			Затраты на материалы (З _м), руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Паяльная кислота	Штук	1	1	1	35	40	50	40,25	46	57,5
Паяльник	Штук	1	1	1	350	450	500	402,5	517,5	575
Припой	Штук	1	2	2	30	60	90	34,5	138	207
Ручка	Штук	1	1	1	20	23	25	23	26,45	28,75
Тетрадь	Лист	12	18	40	1,6	1,5	1,25	22,08	33,12	57,5
Итого								522,33	761,07	925,75

5.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

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

Определение стоимости спецоборудования производится по действующим прейскурантам, а в ряде случаев по договорной цене. Расчет затрат по данной статье заносится в таблицу 7. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного НТИ и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

Таблица 7 – Расчет бюджета затрат на приобретение оборудования для научных работ.

№ п/п	Наименование оборудования	Количество единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
		Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Измеритель емкости САР-10	1	1	1	15	15	15	17,25	17,25	17,25
Итого:								17,25	17,25	17,25

5.4.1 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 8.

Таблица 8 – Расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость, чел.-дн.			Зарплата, приходящаяся на один чел.-дн., тыс. руб.			Всего заработная плата по тарифу(окладам), тыс. руб.		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	1	1	2	0,56	0,56	1,12	0,67	0,67	1,34
2	Анализ актуальности темы	Студент, руководитель	6	7	7	1,32	1,54	1,54	1,58	1,85	1,85
3	Поиск и изучение материала по теме	Студент	4	5	5	3,11	3,89	3,89	3,74	4,67	4,67
4	Выбор направления исследований	руководитель	1	1	2	0,56	0,56	1,12	0,67	0,67	1,34
5	Календарное планирование работ	Руководитель	13	13	14	2,86	2,86	3,08	3,43	3,43	3,69
6	Изучение литературы по теме	Студент	15	16	18	3,30	3,52	3,96	3,96	4,22	4,75
7	Изучение исследований по теме	Студент, руководитель	1	2	2	0,22	0,44	0,44	0,26	0,53	0,53
8	Экспериментальное исследование	Студент	6	7	8	1,32	1,54	1,76	1,58	1,85	2,11
9	Изучение результатов исследования	Студент	2	2	4	0,44	0,44	0,88	0,53	0,53	1,06
10	Анализ результатов	Студент, руководитель	2	2	3	0,44	0,44	0,66	0,53	0,53	0,79
Итого:									16,95	18,94	22,12

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

$$З_{зп}=З_{осн}+З_{доп} , \quad (8)$$

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

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

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

$$З_{осн}=T_p \cdot З_{дн} , \quad (9)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_м \cdot M}{F_d} \quad (10)$$

где $З_м$ – 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 9 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные	119	119
- праздничные		

Продолжение таблицы 9

Потери рабочего времени - отпуск - невыходы по болезни	48	24
Действительный годовой фонд рабочего времени	200	224

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \quad (11)$$

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

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

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

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

Таблица 10 – расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}$, руб.	$З_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, раб.дн.	$З_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	16751.29	0,3	0,5	1,3	39251	0,5	199	110521
Студент	6595.70	0,3	0,2	1,3	12815	0,2	223	49052
Итого $З_{\text{осн}}$:								159573

5.4.2 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

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

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}), \quad (12)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.). На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Таблица 11 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, тыс. руб			Дополнительная заработная плата, тыс. руб		
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
Руководитель	110.5	110,6	112	13,28	13,3	13,4
Студент	49	49,5	49,7	5,8	5,94	5,97
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271					
Итого:						
Исполнение 1	38,8					
Исполнение 2	38,9					
Исполнение 3	39,3					

5.4.3 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле

$$З_{\text{накл}} = (\sum \text{статей}) \cdot k_{\text{нр}} \quad (13)$$

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

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

5.4.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) 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 12 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.			Примечание
	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	
1. Материальные затраты НТИ	0,522	0,761	0,925	Пункт 2.4.1
2. Затраты на спецоборудование для научных работ	17,250	17,250	17,250	Пункт 2.4.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	159,5	160,1	161	Пункт 2.4.3
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19,08	19,24	19,3	Пункт 2.4.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	38,8	38,9	39,3	Пункт 2.4.4
6. Накладные расходы	2875	2913	2940	16% от суммы 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	208,449	211,2109	213,1217	Сумма 1-6

5.4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

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

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (14)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

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

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

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

$$I_{pi} = \sum a_i * b_i, \quad (15)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

Таблица 13 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1.Функциональная мощность	0,15	4	4	4
2. Надежность	0,15	5	5	5
3. Безопасность	0,15	5	4	4
4. Простота эксплуатации	0,1	4	5	5
5. Конкурентоспособность	0,3	5	5	5
6. Перспективность рынка	0,05	4	3	4
7. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	5	5	5
Итого:	1	4,75	4,65	4,7

$$I_{p1} = 4 * 0,15 + 5 * 0,15 + 5 * 0,15 + 4 * 0,1 + 5 * 0,3 + 4 * 0,05 + 5 * 0,1 = 4,75$$

$$I_{p2} = 4 * 0,15 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 5 * 0,1 + 5 * 0,3 + 3 * 0,05 + 5 * 0,1 = 4,65$$

$$I_{p3} = 4 * 0,15 + 5 * 0,15 + 4 * 0,15 + 5 * 0,1 + 5 * 0,3 + 4 * 0,05 + 5 * 0,1 = 4,7$$

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

$$I_{исп1} = \frac{I_{p1}}{I_{финр1}}, I_{исп2} = \frac{I_{p2}}{I_{финр2}} \text{ и т.д.} \quad (16)$$

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

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп1}}}{I_{\text{исп2}}} \quad (17)$$

Таблица 14 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,75	4,65	4,7
3	Интегральный показатель эффективности	4,78	4,69	4,7
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02/1,01	0,98/0,99	0,98/1,01

Проведя расчет энерго- и ресурсоэффективности и сравнив различные исполнения приходим к выводу, что исполнение номер 1 является наилучшим вариантом

Вывод

В результате данной работы, было произведено планирование научно-исследовательских работ, а именно структура работ в рамках научного исследования. Была построена таблица перечня работ, распределения исполнителей и просчитана трудоемкость выполненных работ, разработка графика проведения научного исследования. В работе был просчитан бюджет научно-технического исследования, основная и дополнительная заработная плата руководителя и студента. Но главной задачей данной работы заключалась в сравнении значений интегральных показателей эффективности, что позволяет понять и выбрать более эффективный вариант решения поставленной технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

