

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

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка методики настройки и калибровки измерителя емкости САР-10
УДК 621.317.335.2:658.512.26

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4Б	Канунникова Катерина Олеговна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вавилова Галина Васильевна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Спицын Владислав Владимирович	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Приборостроение	Мойзес Борис Борисович	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты освоения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р1	Работать индивидуально и в коллективе по междисциплинарной тематике, внедрять в практическую деятельность инновационные подходы для достижения конкретных результатов, обеспечивать корпоративные интересы и соблюдать корпоративную этику	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-3; ОПК-4, 8) CDIO Syllabus (2.3, 3.1, 3.2, 4.7, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 1.6, 2.3, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>
Р2	Применять основные законы и положения естественных наук и математики, экономических и гуманитарных наук знаний с учетом социальных и культурных аспектов инженерной деятельности при соблюдении требований охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности для ведения полноценной профессиональной деятельности	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-7, 8; ОПК-1, 3, 10) CDIO Syllabus (1.1., 2.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.1, 1.3, 2.5, 4.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>
Р3	Осуществлять коммуникацию в профессиональной среде, в обществе, в т.ч. межкультурном уровне и на иностранном языке	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, 5, ОПК-8, ПК-17) CDIO Syllabus (3.2) Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>
Р4	Самообучаться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	<p>Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-6) CDIO Syllabus (2.4) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н</p>

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
Р5	Собирать, хранить и обрабатывать информацию, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инженерной деятельности при соблюдении основных требований информационной безопасности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-2, 5-9) Критерий 5 АИОР (п. 2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р6	Планировать и проводить теоретические и экспериментальные исследования, анализировать и обрабатывать их результаты с использованием инновационных методов моделирования и компьютерных сетевых технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-1, ОПК-5, 6, ПК-1-4). CDIO Syllabus (2.1, 2.2, 2.3, 2.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2, 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р7	Проектировать, конструировать системы, приборы, детали и узлы с учетом обеспечения технологичности конструкции с учетом возможных рисков	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-1-6, 8) CDIO Syllabus (1.2., 1.3, 2.4, 4.1, 4.4) Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р8	Проводить мероприятия комплексной подготовки производства в сфере профессиональной деятельности с использованием ресурсоэффективных технологий	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-4, ПК-8-18) CDIO Syllabus (2.4, 4.2, 4.3, 4.5) Критерий 5 АИОР (п. 1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u> 19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н
Р9	Обеспечивать эксплуатацию и обслуживание информационно-измерительных средств, приборов контроля качества	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ (УК-2, ПК-7, 19-23) CDIO Syllabus (4.6.) Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI <u>Требования профессиональных стандартов</u>

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР
	и диагностики	19.016. Специалист по диагностике линейной части магистральных газопроводов №1161н 40.158. Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики №181н 40.108. Специалист по неразрушающему контролю №976н 19.026. Специалист по техническому контролю и диагностированию объектов и сооружений нефтегазового комплекса №156н 19.032. Специалист по диагностике газотранспортного оборудования №1125н 06.005 Инженер-радиоэлектроник №315н 40.158. Специалист по проектированию систем в корпусе №181н

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

Школа: Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки: Приборостроение
 Отделение школы: Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Мойзес Б.Б.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4Б	Канунниковой Катерине Олеговне

Тема работы:

Разработка методики настройки и калибровки измерителя емкости CAP-10.	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	11.12.2017г. № 9734/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2018г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(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.).</i></p>	<p>Объект исследования – измеритель емкости CAP-10, применяемый для технологического контроля. Диапазон изменения емкости от 50 до 500 пФ/м. Температуры воды от 15 до 35 °С. Работает от сети 220 В. Работа проводится в лабораторных условиях, имитируемых изменения условий на экструзионной линии кабельного завода.</p>	
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Аналитический обзор различных вариантов приборов для технологического контроля емкости провода. Экспериментальное исследование метрологических характеристик прибора CAP-10 при изменении температуры воды. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. Социальная ответственность. Выводы по результатам работы.</p>	
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p align="center">-</p>	
<td colspan="2"> </td>		

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	Спицын Владислав Владимирович
Социальная ответственность	Анищенко Юлия Владимировна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
-	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	3.09.2017г.
---	-------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Вавилова Галина Васильевна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4Б	Канунникова Катерина Олеговна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 86 с., 25 рис., 29 табл., 22 источника, 1 прил.

Ключевые слова: одножильный провод, погонная емкость, электроемкостной измерительный преобразователь, калибровка, поверка, контрольный образец.

Объектом исследования является измеритель емкости САР-10.

Цель работы – исследование метрологических характеристик прибора и проведение калибровки с целью исключения систематических погрешностей.

В процессе исследования разрабатывалась методика калибровки, исследовались характеристики прибора и проводилась калибровка прибора.

В результате исследования разработана методика калибровки, получены контрольные образцы с известными действительными характеристиками и проведена калибровка.

Область применения: кабельное производство.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

калибровка: Совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения или подтверждения действительных метрологических характеристик этого средства измерений [1].

контрольный образец: Единица продукции или ее часть, или проба, утвержденные в установленном порядке, характеристики, которых приняты за основу при изготовлении и контроле такой же продукции [2].

методика калибровки: Документ, регламентирующий процедуру калибровки средств измерений [3].

погонная емкость: Емкость, отнесенная к единице длины кабеля или провода [4].

электроемкость: Величина, характеризующая связь между зарядом, сообщенным двум проводникам и разностью потенциалов на них [5].

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	11
1 СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ	12
1.1 Способ, регламентируемый ГОСТ 27893-88	12
1.2 Способ, реализуемый в технологическом контроле емкости	13
2 ЗАРУБЕЖНЫЕ АНАЛОГИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ.....	14
2.1 Capacitance 2000	14
2.2 Измеритель емкости CAPAS	15
3 СПОСОБЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК.....	18
3.1 Калибровка средств измерений	18
3.2 Поверка средств измерений	19
4 КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ CAP-10.....	21
4.1 Разработка методики калибровки.....	21
4.2 Подготовка контрольных образцов.....	25
4.3 Проведение калибровки.....	44
5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	52
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	52
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	52
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	52
5.2 Планирование научно – исследовательских работ.....	55
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	55
5.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ.....	56
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	57
5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	59
5.3.1 Расчет материальных затрат	59
5.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ.....	60
5.3.3 Основная заработная плата исполнительной темы	61
5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнительной темы.....	62
5.3.5 Отчисления во внебюджетные формы	63

5.3.6 Формирование бюджета затрат научно – исследовательского проекта	63
5.4 Определение социальной и финансовой эффективности исследования	64
6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	66
6.1 Производственная безопасность	66
6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования	66
6.1.2 Анализ вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований	69
6.2 Экологическая безопасность	74
6.2.1 Анализ влияния объекта на окружающую среду	74
6.2.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования	75
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	75
6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования	76
6.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и.....	77
разработка порядка действий при возникновении ЧС	77
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	77
6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	78
6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А	86

ВВЕДЕНИЕ

Существует задача контроля емкости провода непосредственно в технологическом процессе. Для решения этой задачи используется измеритель емкости САР – 10.

На сегодняшний день реализован первый опытный образец прибора, который готов к производству. Для введения в эксплуатацию прибора, необходимо подготовить пакет документов. Одним из таких документов является методика калибровки.

Калибровка необходима для подтверждения метрологических характеристик прибора и отслеживания их в процессе эксплуатации прибора.

Целью работы является подготовка проекта данного документа и проверка применимости для калибровки САР-10.

1 СПОСОБЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

1.1 Способ, регламентируемый ГОСТ 27893-88

ГОСТ 27893-88 распространяется на кабели связи с металлическими жилами, предназначенные для работы в диапазоне низких и высоких частот и устанавливает методы проведения испытаний кабелей связи и элементов их конструкции.

Стандарт не распространяется на радиочастотные кабели.

Метод измерения электрической емкости заключен в измерении емкости симметричных и коаксиальных пар и одиночных жил образцов кабелей.

Рабочая емкость симметричной пары измеряется между токопроводящими жилами, принадлежащими к одной паре. При измерении рабочей емкости соединительная линия должна быть симметричной, а токопроводящие жилы, которые не учувствуют при измерениях, должны быть изолированы от земли.

Емкость коаксиальной пары измеряется между внутренними и внешними проводниками коаксиальной пары. Проводники и все остальные цепи, не участвующие в измерении емкости коаксиальной пары, должны находиться в заземлении.

Емкость одножильного провода (одиночной жилы) измеряется между жилой и водой после погружения в бак с водой, который соединен с землей [6].

Недостатки данного способа заключаются в невозможности контроля провода по всей его длине и получении информации о качестве провода уже после завершения его изготовления.

1.2 Способ, реализуемый в технологическом контроле емкости

Способ измерения емкости регламентируется измерением погонной емкости одножильного электрического провода, который реализуется в системе контроля емкости US 20030128038 A1, МПК G01R 27/26 [7].

Измерение емкости заключается в создании гармонического электрического поля между участком поверхности изоляции провода и заземленной электропроводящей жилой, посредством помещенного в воду трубчатого измерительного преобразователя с двумя обеспечивающими однородность электрического поля дополнительными защитными электродами.

При известной амплитуде и частоте приложенного к электродам гармонического напряжения измеряют силу тока, протекающего через измерительный электрод, по которой судят о значении погонной емкости. Контроль осуществляется непосредственно в технологическом процессе изготовления электрических кабелей на стадии нанесения изоляционной оболочки электропроводящей жилы методом экструзии. Измерительный преобразователь погружают в воду охлаждающей ванны. В процессе контроля, таким образом, измеряют емкость конденсатора, одной из обкладок которого является электропроводящая жила кабеля, а другой – вода, окружающая его изоляционную оболочку и находящаяся в электрическом контакте с трубчатым электродом, через который непрерывно движется контролируемый кабель.

2 ЗАРУБЕЖНЫЕ АНАЛОГИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ

2.1 Capacitance 2000

Прибор Capacitance 2000 изготавливается немецкой фирмой Sikora. Компания занимается изготовлением контрольно-измерительных приборов для обеспечения высочайшей точности на башнях вытяжки, а также на линиях по производству кабелей, систем для контроля, анализа и отсортировки [8].

Прибор измерения емкости имеет многозонный электрод для ультравысоких частот. Емкость определяется импедансом кабеля в заданном диапазоне частот, и таким образом, качество кабельного изделия.

Для измерения емкости прибор устанавливается в охлажденную ванну и измеряет емкость изоляции провода, а также позволяет находить скрытые дефекты. Кроме того, система распознает периодическое изменение емкости и определяет структурно-возвратные потери (SRL).

Многозонный электрод состоит из одного короткого и одного длинного электродов, объединяющихся в одну измерительную трубу (многозонная технология) и представленного на рисунке 1.



Рисунок 1 – измерительные электроды CAPACITANCE 2000.

Короткий измерительный электрод длиной 10 мм определяет периодические колебания погонной емкости с высокой степенью пространственного разрешения посредством анализа быстрого преобразования Фурье (FFT анализ). По данным FFT анализа можно

получить данные о прогнозе структурально возвратных потерь и предоставляет информацию об ожидаемом затухании высокочастотного сигнала во время передачи данных.

Длинный измерительный электрод длиной 125 мм измеряет среднее значение емкости с высокой точностью.

Обнаружение периодических изменений емкости и предсказание структурной возвращенной потери (FFT и SRL) доступны непосредственно на измерительной трубке через диагностический интерфейс.

Преимущества:

- Автоматическое регулирование системы измерения погонной емкости;
- Уникальный многозонный электрод;
- Достоверные измерения емкости и обнаружение скрытых дефектов;
- Встроенные FFT-анализ и SRL-прогноз\$
- Высокая точность производимых измерений [9].

2.2 Измеритель емкости CAPAC

Прибор измерения емкости CAPAC изготавливается компанией ZUMBACH. ZUMBACH ELECTRONIC AG является одной из ведущих фирм по производству систем измерения, мониторинга и контроля в процессе производства, поставляемых для кабельно-проводниковой промышленности, линий экструзии пластмасс и для металлургической промышленности [10].

CAPAC HS – высокоскоростная система измерения емкости, гарантирующая точные и надежные измерения коаксиальных телефонных кабелей, кабелей LAN высокой пропускной способности и низкого уровня шума. Система прибора, изображена на рисунке 2.

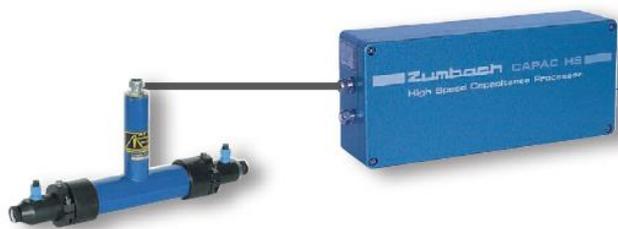


Рисунок 2 – Система прибора CAPAC HS

Прибор состоит из измерительной трубки, имеющей разный диаметр и электронного блока.

Измерительные трубки разделяются на стандартные и ультра-короткие, которые представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Измерительные трубки разного диаметра

Стандартные трубки имеют длину 50 мм. Эти измерительные трубки специально сконструированы для измерения коммуникационных кабелей типа CAT. Измерительные трубки показывают очень высокий уровень сигнала к шумовому отношению, а так же обладают большой пропускной способностью. Данные свойства измерительных труб выгодны при контроле изменений емкости, например для анализа FFT/SRL.

Ультра-короткие трубки имеющие размер длины 10 мм. Опираясь на огромный опыт работы с множеством измерительных трубок различных моделей, фирма разработала чрезвычайно короткую, но точно измерительную трубу с длиной электрода всего 10 мм для высокочастотных

коаксиальных кабелей. Эти трубы показывают низкий уровень шума и удовлетворяют самым высоким требованиям на абсолютную точность и пропускную способность со следующими преимуществами:

- Высокое разрешение длины с низким уровнем шума;
- SRL прогнозируют до 6,5 ГГц;
- Ширина полосы пропускания измерительной системы 600 Гц;
- Абсолютная высокая точность.

Электронный блок CAPAS HS соединен с измеряющей трубой через провод длиной 2 м. Электронный блок собран в прочном алюминиевом корпусе с выполнением стандартов защиты IP65.

Преимущества прибора:

– Точное, непрерывное измерение и контроль емкости продуктов;

- Связь с системами более высокого уровня, включая PROFIBUS DP;

- Анализ FFT и параллельно абсолютное значение;

- Прогнозирование SRL до 6,5 ГГц;

- Управление процессом, а также статистическая контрольная и производственная регистрация;

- Функция крошечного отверстия;

- Скоростной аналоговый выход;

- Очень низкий уровень шума;

- Цифровой выход для связи с процессорами и блоками интерфейсов;

- Отдельный процессор и дисплей для установления гибкости;

- Прикладные решения OEM [11].

3 СПОСОБЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.1 Калибровка средств измерений

Калибровка средств измерений – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения или подтверждения действительных метрологических характеристик этого средства измерений [1].

Средства измерений не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, в добровольном порядке.

Калибровка средств измерений выполняется с использованием эталонов единиц величин, прослеживаемых к государственным первичным эталонам соответствующих единиц величин, а при отсутствии соответствующих государственных первичных эталонов единиц величин – к национальным эталонам единиц величин иностранных государств.

Выполняющие калибровку средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели в добровольном порядке могут быть аккредитованы в области обеспечения единства измерений.

Результаты калибровки средств измерений, выполненной юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации, могут быть использованы при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений [12].

Методика калибровки – это документ регламентирующий процедуру калибровки средств измерений.

Методика калибровки может быть представлена в виде:

- международного, регионального, межгосударственного или национального стандарта;
- специального раздела технических условий на средства измерений или соответствующего стандарта;
- специального раздела эксплуатационной документации средств измерений;
- документа, оформленного в качестве рекомендаций, утвержденных государственным научным метрологическим институтом;
- документа, утверждаемого руководителем предприятия – разработчика методики калибровки;
- документа, утверждаемого руководителем предприятия и применяющего методику калибровки.

Разработчиками методики калибровки могут быть:

- государственные научные метрологические институты;
- метрологические центры или научно-исследовательские институты, специализирующиеся на разработке новых методов и средств измерений в конфетных областях применения;
- изготовители (разработчики) средств измерений;
- пользователи средств измерений (заказчики калибровочной лаборатории);
- калибровочные лаборатории [13].

3.2 Поверка средств измерений

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны

своевременно представлять в метрологические службы средства измерений на поверку.

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели [12].

4 КАЛИБРОВКА ИЗМЕРИТЕЛЯ ЕМКОСТИ САР-10

4.1 Разработка методики калибровки

Настоящая методика калибровки распространяется на измеритель погонной емкости одножильного электрического провода САР – 10.

4.1.1 Операции калибровки

При проведении калибровки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции проведения калибровки

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность проведения операции при калибровке
Внешний осмотр	6.1.	Да
«Рабочая» настройка	6.2.	Да
Определение метрологических характеристик	6.3.	Да

4.1.2 Средства калибровки

При проведении калибровки должны быть применены следующие образцовые и вспомогательные средства измерений:

- образцы одножильных электрических проводов длиной не менее одного метра с различной погонной емкостью. В качестве действительных значений погонной емкости образцов проводов принимаются результаты ее измерений в соответствии с ГОСТ 27893-88 [6];
- образцовый измеритель емкости АКТАКОМ АМ-3001, используемый для определения действительного значения;
- заземленная ванна с водопроводной водой.

Все применяемые средства измерений должны удовлетворять по точности требованиям настоящей методики калибровки.

4.1.3 Требования безопасности

При проведении калибровки должны соблюдаться правила пожарной безопасности, установленные ГОСТ 12.3.002-2014 [14]. Лица, проводящие калибровку, должны быть ознакомлены с правилами безопасной работы с применяемыми при калибровке средствами измерений, а так же с правилами безопасности, действующими в калибровочной лаборатории.

4.1.4 Условия калибровки

При проведении калибровки должны соблюдаться следующие условия по ГОСТ 20.57.406-81 [15]:

- температура окружающего воздуха и воды – от 15 до 35 °С;
- атмосферное давление – от 84 до 106 кПа;
- напряжение питания постоянного тока – 220 ± 5 В;
- относительная влажность воздуха – от 45 до 80 %.

4.1.5 Подготовка к калибровке

Образец представляет собой одножильный провод длиной один метр, который может быть изготовлен из разного материала изоляции и жилы. Если провод не обладает дефектами, то он пригоден для работы.

Действительные значения емкости проводов определяются по ГОСТ 27893-88 в лабораторных условиях [6].

4.1.6 Проведение калибровки

4.1.6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено отсутствие механических повреждений корпуса и загрязнений первичного электроемкостного измерительного преобразователя и электронного блока измерителя, способных привести к неправильной работе.

Внешний осмотр проводится без применения дополнительных средств.

4.1.6.2 «Рабочая» настройка

«Рабочая» настройка измерителя емкости проводится для исключения аддитивной и мультипликативной составляющих систематической погрешности.

- При проведении «рабочей» настройки ЭЕИП контролируемым проводом внутри погружается в воду охлаждающей ванны экструзионной линии.

- Для выполнения корректировки измеренного значения емкости необходимо войти в сервисное меню. Сервисное меню используется для внесения изменений в заводские настройки измерителя емкости.

- Вход в сервисное меню осуществляется длительным удержанием кнопки «Режим». Вход в режим корректировки измеренного значения измерителя емкости САР-10 производится выбором пункта сервисного меню «С-OFF» и изменением его значения на «С-On» нажатием кнопки «<<».

- Для добавления точки, соответствующей значению емкости используемого образца, необходимо клавишами «<<» и «>>» выбрать значение 1-Add - «добавить точку» и клавишей «Режим» подтвердить свой выбор. На индикаторе отобразится измеренное значение емкости используемого образца C_x , пФ/м. Очередное нажатие клавиши «Режим» фиксирует это значение в памяти измерителя емкости и на экране отображается реальное значение емкости образца провода.

- Для получения действительного значения необходимо текущее значение емкости менять клавишами «<<» «>>» в меньшую или большую сторону, пока значение на индикаторе не совпадет с действительным значением емкости используемого образца C_d , пФ/м.

- После установки действительного значения образца очередное нажатие клавиши «Режим» фиксирует его значение в памяти измерителя емкости САР-10 и переводит его в режим корректировки для следующего значения.

- Описанные выше действия повторяются для второго образца провода.

- Для того, чтобы результаты «рабочей» настройки вступили в силу, необходимо сохранить измененные настройки, используя режим «S-Op» сервисного меню.

4.1.6.3 Определение метрологических характеристик

- Все образцы одножильных электрических проводов должны быть выдержаны в условиях проведения калибровки не менее 1 часа.

- Образец провода №1 размещается внутри ЭЕИП и погружается в охлаждающую ванну экструзионной линии. Чтобы изоляция провода приняла температуру воды по всей своей толщине, необходимо его выдержать не менее 5 минут, если по истечению 5 минут показания измерителя емкости САР -10 продолжают меняться (возрастать или уменьшаться), то необходимо дождаться завершения процесса установления температуры в изоляции провода. Измерения проводятся после того, как показания измерителя емкости САР-10 примут установившийся характер. В установившемся режиме цифровой индикатор «Текущая емкость» измерителя емкости отображает измеренное значение C_{x1} емкости образца №1.

- По завершении измерения емкости образца № 1 его заменяют следующим и все действия повторяют с той же последовательности. После измерения емкости последнего образца провода переходят к процедуре расчета абсолютной погрешности измерения емкости ΔC , пФ/м для каждого образца провода по формуле:

$$\Delta C = C_D - C_x$$

где C_D – действительное значение емкости образца провода, пФ/м;

C_x – показания измерителя емкости, пФ/м.

- Результаты расчетов заносятся в таблицу. При расчете абсолютной погрешности обязательно указывается знак погрешности.

Таблица 2 – Результаты расчетов измерения емкости

№ образца (Заводской номер)	Действительное значение емкости образца провода, C_D , пФ/м	Показание измерителя емкости, C_x , пФ/м	Абсолютная погрешность измерения, ΔC , пФ/м
1			
()			
2			
()			
3			
()			
N			
()			

4.1.7 Оформление результатов калибровки

- По результатам калибровки определяются показания калибруемого прибора.

- По результатам калибровки выдается протокол по требованию заказчика о первичной (периодической, повторной) калибровке измерителя емкости при положительных результатах и сертификат о калибровке. Протокол оформляется в соответствии с ГОСТ Р 8.568-97 [16].

4.2 Подготовка контрольных образцов

На основании пункта 4.1.5 составленной методики калибровки были произведены измерения емкостей для пяти образцов проводов. Образцы проводов представлены на рисунках.

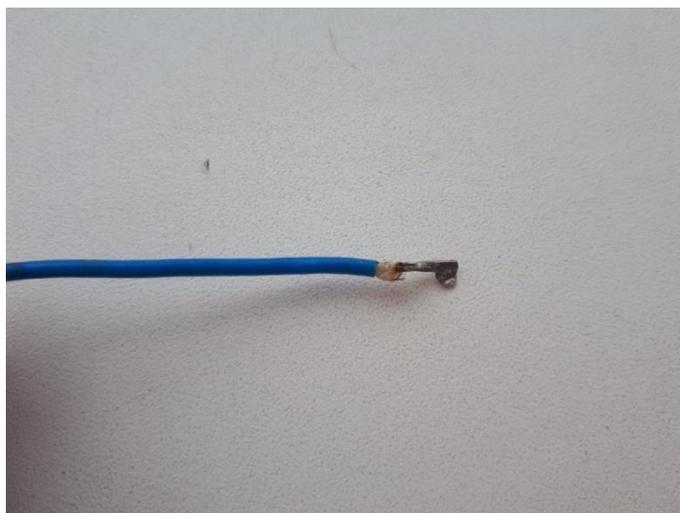


Рисунок 4 – Образец провода № 12.

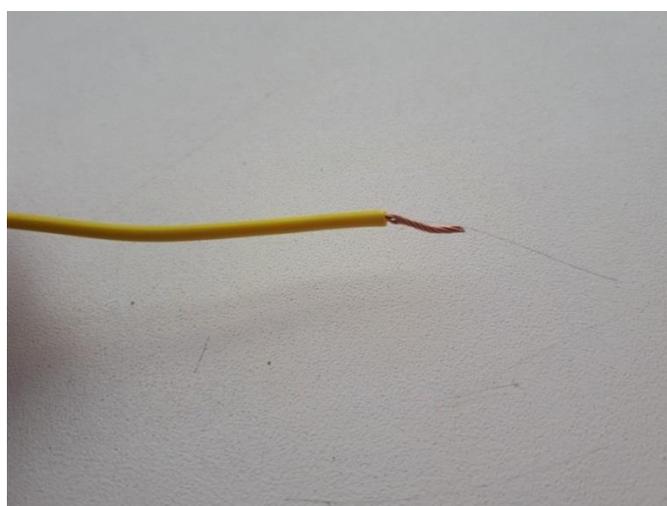


Рисунок 5 – Образец провода № 13.

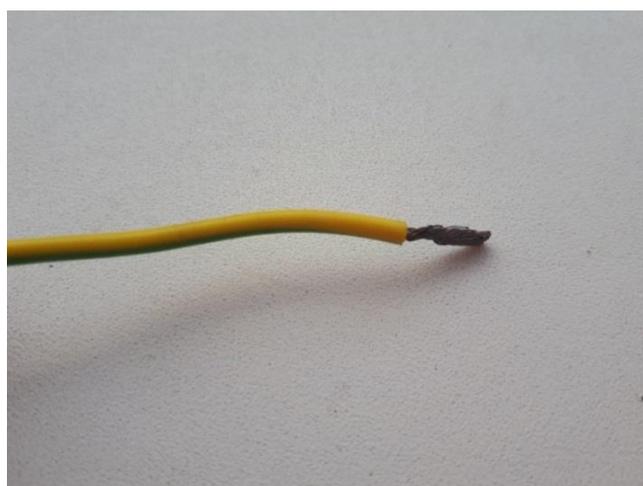


Рисунок 6 – Образец провода № 14.

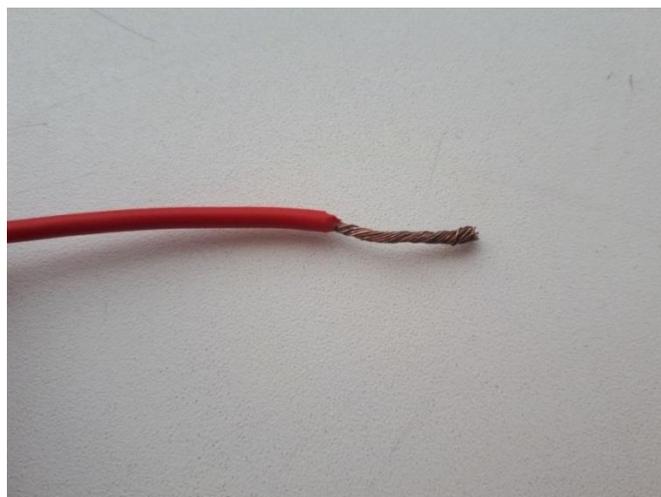


Рисунок 7 – Образец провода № 15.

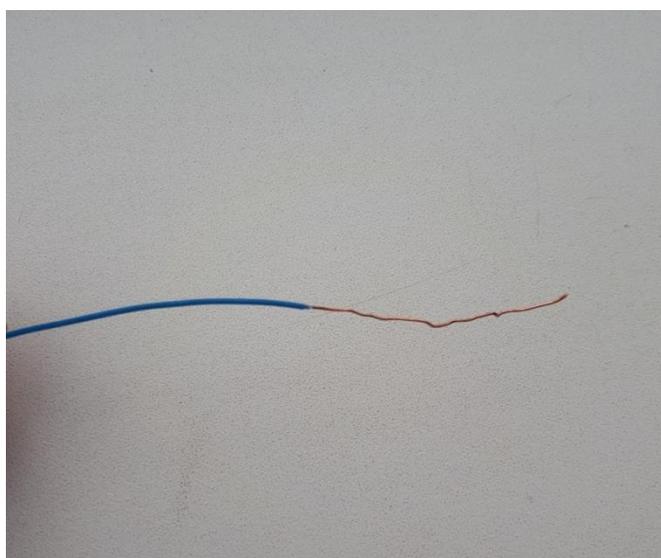


Рисунок 8 – Образец провода № 16.

Для каждого провода определены действительные значения емкости прибором АКТАКОМ АМ 3001 и прибором САР-10 при разных температурах. В качестве действительных значений погонной емкости образцов проводов принимаются результаты ее измерений в соответствии с ГОСТ 27893-88 «Кабели связи. Методы испытаний».

При определении емкости прибором САР-10 провод погружается внутрь ЭИЕП и погружается в воду. Выдерживаем провод в воде в течении 5 минут, чтобы значение емкости приняло установившееся значение.

В таблице 3 представлены значения емкости и сопротивления, измеренные при температуре 15°C.

Таблица 3 – Значения емкостей и сопротивления при $t = 15^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ/м	Действительное значение сопротивления, Ом/м	Измеренное значение емкости, пФ/м
12	1,85/1,26	181,8	470,28	172,1
		182,1	460,80	172,2
		182,0	471,28	172,3
		182,0	468,91	172,4
		182,4	481,71	172,5
		182,4	475,61	
		182,3	469,97	
		182,9	455,75	
		182,9	457,62	
		183,0	465,07	
Среднее арифметическое значение		182,38	467,7	172,3
13	2,28/1,32	370,4	242,8	329,9
		369,6	239,8	330,0
		369,1	237,48	330,1
		370,0	235,71	330,2
		369,6	237,59	330,3
		370,0	232,94	
		369,5	237,8	
		369,7	234,61	
		369,6	238,1	
		369,5	233,75	
Среднее арифметическое значение		369,7	237,06	330,1
14	2,43/1,65	277,9	504,97	252,1
		277,8	495,53	252,3
		277,9	500,92	252,4
		278,1	495,3	252,5
		277,9	500,43	252,6
		277,6	503,29	
		277,9	496,29	
		277,6	503,05	
		277,9	500,68	
		278,1	499,77	
Среднее арифметическое значение		277,87	500,04	252,38
15	3,1/1,4	435,4	266,50	393,9
		435,8	260,73	394,0
		435,3	262,42	394,2
		435,8	261,26	394,4
		435,0	262,27	394,6

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ/м	Действительное значение сопротивления, Ом/м	Измеренное значение емкости, пФ/м
		435,7	265,79	
		435,7	258,41	
		435,6	265,71	
		435,1	263,98	
		434,8	266,75	
Среднее арифметическое значение		435,43	263,08	394,2
16	0,32/0,1	259,3	41,251	233,6
		258,6	32,031	233,7
		258,5	38,356	233,8
		257,8	38,141	233,9
		258,8	41,060	
		259,3	41,508	
		259,0	37,934	
		259,1	42,305	
		259,2	40,570	
		258,5	36,032	
Среднее арифметическое значение		258,8	38,918	233,8

Комплексное значение сопротивления провода рассчитано по формуле:

$$Z = R - \frac{1}{j\omega C} \quad (1)$$

где R – действительное значение сопротивления, измеренное прибором АКТАКОМ;

C – действительное значение емкости, измеренное прибором АКТАКОМ;

$$\omega = 2\pi f = 2 \cdot 3,14 \cdot 10\,000 \text{ Гц} = 62\,831,85 \text{ Гц.}$$

Значения комплексного и емкостного сопротивления приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 15^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	467,7	182,38	87730	87 270
13	237,06	369,7	43290	43 050
14	500,04	277,87	57780	57 280
15	263,08	435,43	36810	36 550
16	38,198	258,8	61540	61 500

В таблице 5 приведены значения емкостей и сопротивления, измеренные при температуре 18°C .

Таблица 5 – Значения емкостей и сопротивления при $t = 18^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
12	1,85/1,26	184,4	473,38	171,9
		185,2	469,05	172,2
		184,9	484,06	172,5
		184,6	485,12	172,8
		185,1	479,51	173,0
		185,0	475,95	
		184,8	477,21	
		185,1	490,8	
		185,0	489,11	
		185,0	471,08	
Среднее арифметическое значение		184,91	479,53	172,48
13	2,28/1,32	374,6	255,6	333,5
		374,1	238,4	333,6
		374,9	247,15	333,8
		374,3	245,31	334,0
		373,9	242,37	334,3
		374,9	251,85	
		374,8	244,81	
		374,3	251,68	
		374,1	242,73	
		373,9	240,23	
Среднее арифметическое значение		374,33	246,019	333,84
14	2,43/1,65	281,9	520,9	253,6
		281,3	522,77	253,8
		281,6	519,54	253,9

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
		281,9	517,13	254,1
		282,3	526,82	254,2
		281,8	512,37	
		281,2	520,46	
		282,2	513,88	
		281,6	521,16	
		281,5	523,6	
Среднее арифметическое значение		281,73	519,863	253,92
15	3,1/1,4	446,0	261,98	394,2
		445,9	264,12	394,4
		445,5	265,49	394,8
		445,4	260,21	395,3
		446,3	258,44	395,9
		446,0	258,83	
		445,8	258,83	
		446,1	255,99	
		446,0	255,3	
		446,0	265,57	
Среднее арифметическое значение		445,9	259,576	394,92
16	0,32/0,1	261,3	27,120	227,5
		259,1	29,545	227,6
		259,6	28,160	227,7
		259,2	22,651	228,0
		259,3	28,572	228,2
		259,7	30,448	
		261,3	23,192	
		261,3	30,552	
		262,0	13,291	
		261,6	13,573	
Среднее арифметическое значение		260,44	24,710	227,8

Комплексное значение сопротивления для измеренных значений найдено по формуле 1.

Значения комплексного и емкостного сопротивления представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 18^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	479,53	184,91	86 500	86 070
13	246,019	374,33	42 760	42 520
14	519,863	281,73	57 010	56 490
15	259,576	445,9	35 950	35 690
16	24,710	260,44	61 130	61 110

В таблице 7 представлены показания емкостей и сопротивления, измеренные при температуре 20°C .

Таблица 7 – Значения емкостей и сопротивления при $t = 20^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
12	1,85/1,26	187,9	483,23	172,9
		187,4	480,54	173,0
		187,6	491,68	173,1
		187,7	480,98	173,3
		187,6	480,97	173,6
		187,6	482,79	
		187,8	478,99	
		187,5	477,99	
		187,6	482,08	
		187,8	484,33	
Среднее арифметическое значение		187,65	482,358	173,18
13	2,28/1,32	381,2	252,79	335,2
		381,3	258,59	335,4
		381,0	248,93	335,8
		381,3	250,25	335,9
		381,0	252,12	336,0
		381,1	246,98	
		381,0	249,94	
		381,1	251,74	
		381,1	256,51	
		381,2	251,57	
Среднее арифметическое значение		381,13	251,942	335,66
14	2,43/1,65	282,5	521,67	258,5
		282,8	521,23	258,6
		282,7	523,07	258,7

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
		282,7	521,93	258,8
		282,8	520,97	259,0
		282,6	522,56	
		282,8	517,00	
		283,1	514,34	
		283,0	515,86	
		283,1	518,06	
Среднее арифметическое значение		282,81	519,669	258,72
15	3,1/1,4	451,6	270,23	398,8
		451,4	269,18	399,0
		451,4	268,28	399,2
		451,1	271,59	399,3
		451,3	270,12	399,4
		451,7	269,48	
		451,2	272,36	
		451,4	272,31	
		451,4	274,01	
		451,5	273,21	
Среднее арифметическое значение		451,4	277,077	399,14
16	0,32/0,1	261,9	35,724	230,9
		261,9	33,380	231,1
		261,9	38,293	231,2
		262,2	38,047	231,3
		262,2	34,629	231,4
		261,9	29,896	
		262,0	35,664	
		261,9	39,089	
		261,8	28,934	
		261,7	35,657	
Среднее арифметическое значение		261,94	34,9313	231,18

Комплексное и емкостное сопротивление для каждого провода найдено по формуле 1. Рассчитанные данные представлены в таблице 8.

Таблица 8 – значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 20^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	482,358	187,65	85 300	84 810
13	251,942	381,13	42 010	41 760
14	519,669	282,81	56 800	56 280
15	277,077	451,4	35 540	35 260
16	34,9313	261,94	60 800	60 760

В таблице 9 приведены значения емкостей и сопротивления при температуре 25°C .

Таблица 9 – значения емкостей и сопротивления при $t = 25^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
12	1,85/1,26	188,6	452,65	179,9
		187,9	453,80	180,0
		188,9	455,48	180,1
		188,2	452,32	180,2
		187,7	456,70	180,3
		187,4	452,32	
		188,3	454,77	
		188,4	454,23	
		188,8	455,17	
		188,9	456,01	
Среднее арифметическое значение		188,31	454,345	180,1
13	2,28/1,32	394,5	255,15	348,2
		393,7	258,23	348,3
		393,8	249,87	348,4
		394,1	257,62	348,5
		392,9	261,71	348,6
		393,6	254,44	
		394,8	255,52	
		394,9	251,58	
		394,9	261,74	
		394,5	252,31	
Среднее арифметическое значение		394,17	255,817	348,4
14	2,43/1,65	300,2	537,61	275,9
		300,1	541,25	276,0
		300,8	545,74	276,1

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
		301,5	538,93	276,2
		300,8	540,11	276,4
		302,5	538,27	
		301,9	542,08	
		302,0	541,62	
		302,4	537,51	
		301,6	539,90	
Среднее арифметическое значение		301,38	540,302	276,12
15	3,1/1,4	457,6	500,58	414,8
		458,1	513,71	414,9
		458,3	505,32	415,1
		458,9	515,61	415,2
		458,3	503,46	415,4
		459,1	511,06	
		459,5	501,28	
		459,6	508,90	
		459,1	516,71	
		459,2	511,43	
Среднее арифметическое значение		458,77	508,806	415,08
16	0,32/0,1	259,7	29,851	232,1
		260,3	27,325	232,2
		260,8	30,127	232,3
		260,5	28,319	232,0
		259,9	29,710	232,4
		259,3	31,052	
		259,5	28,612	
		259,1	32,002	
		258,9	27,211	
		260,0	28,148	
Среднее арифметическое значение		259,8	29,2357	232,2

Комплексное и емкостное сопротивление для каждого провода найдено по формуле 1. Рассчитанные данные представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 25^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	454,345	188,31	84 970	84 520
13	255,817	394,17	40 630	40 380
14	540,302	301,38	53 350	52 810
15	508,806	458,77	35 200	34 690
16	29,2357	259,8	61 290	61 260

В таблице 11 приведены значения емкостей и сопротивления, измеренные при температуре 30°C .

Таблица 11 – Значения емкостей и сопротивления при $t = 30^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
12	1,85/1,26	189,6	892,30	181,6
		189,1	898,15	181,7
		189,8	900,31	181,9
		189,5	894,28	182,0
		190,1	899,10	182,1
		189,7	905,61	
		189,2	891,90	
		188,9	897,46	
		190,5	900,10	
		190,8	908,11	
Среднее арифметическое значение		189,72	898,73	181,86
13	2,28/1,32	401,2	259,32	360,8
		402,6	265,24	360,9
		402,8	261,08	361,0
		403,1	266,10	361,1
		403,5	259,97	361,2
		402,9	260,75	
		403,6	264,38	
		403,8	262,86	
		404,2	259,34	
		404,8	263,97	
Среднее арифметическое значение		403,5	262,3	361
14	2,43/1,65	314,4	584,10	290,9
		314,8	581,26	291,2
		315,1	585,28	291,3

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
		315,2	582,03	291,4
		315,5	581,38	291,5
		315,9	583,66	
		316,1	585,72	
		314,9	582,92	
		314,2	585,41	
		315,0	586,12	
Среднее арифметическое значение		315,11	583,78	291,3
15	3,1/1,4	460,2	705,32	428,1
		460,8	716,83	428,2
		461,1	708,30	428,5
		460,7	721,19	428,6
		459,9	718,64	428,7
		460,1	725,70	
		461,9	708,11	
		462,1	716,38	
		461,5	721,06	
		461,3	707,85	
Среднее арифметическое значение		460,96	714,94	428,4
16	0,32/0,1	262,1	31,250	234,1
		261,7	29,541	234,2
		261,9	28,320	234,3
		262,0	32,576	234,4
		262,8	27,648	234,5
		262,5	30,231	
		263,4	34,018	
		261,7	31,286	
		261,3	35,138	
		262,5	34,096	
Среднее арифметическое значение		262,2	31,41	234,3

Комплексное и емкостное сопротивление для каждого провода найдено по формуле 1. Рассчитанные данные представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 30^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	898,73	189,72	84 790	83 890
13	262,3	403,5	39 710	39 440
14	583,78	315,11	51 090	50 510
15	714,94	460,96	35 240	34 530
16	31,41	262,20	60 730	60 700

В таблице 13 представлены значения емкостей и сопротивления измеренные, при температуре 35°C .

Таблица 13 – Значения емкостей при $t = 35^{\circ}\text{C}$

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
12	1,85/1,26	191,4	1 390,0	188,5
		191,0	1 457,4	188,6
		191,0	1 449,3	188,7
		191,1	1 444,1	188,8
		191,2	1 431,7	188,9
		191,1	1 434,4	
		191,2	1 426,9	
		191,2	1 420,4	
		191,0	1 418,4	
		191,1	1 412,8	
Среднее арифметическое значение		191,13	1 428,54	188,7
13	2,28/1,32	418,6	282,04	366,8
		418,8	276,55	366,9
		418,8	275,68	367,0
		418,5	279,43	367,1
		418,8	281,14	367,2
		418,6	282,03	
		418,3	276,84	
		418,2	276,86	
		417,9	281,49	
		418,7	278,3	
Среднее арифметическое значение		418,52	279,036	367
14	2,43/1,65	333,6	610,33	299,7
		333,7	606,52	299,8
		333,6	608,66	299,9

№ провода	Ø провода/ Ø жилы, мм	Действительное значение емкости, пФ	Действительное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение емкости, пФ
		333,7	609,81	300,0
		333,5	612,69	300,1
		333,4	608,74	
		333,1	613,46	
		332,8	613,56	
		333,0	608,18	
		332,8	615,26	
Среднее арифметическое значение		333,32	617,255	299,9
15	3,1/1,4	476,2	894,09	432,2
		474,9	877,34	432,4
		474,8	897,29	432,5
		473,7	915,15	432,6
		472,1	932,1	432,7
		472,9	932,64	
		471,9	931,27	
		472,3	924,32	
		473,0	910,91	
		471,4	913,22	
Среднее арифметическое значение		473,32	912,83	432,48
16	0,32/0,1	258,9	29,660	231,7
		259,0	27,567	231,8
		258,9	34,872	231,9
		259,2	29,650	232,0
		258,9	28,708	232,1
		258,1	31,731	
		258,9	28,992	
		259,1	26,661	
		258,9	36,302	
		259,1	29,365	
Среднее арифметическое значение		258,9	30,3508	231,9

Комплексное и емкостное значение сопротивления найдено по формуле 1. Рассчитанные данные представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Значения комплексного и емкостного сопротивления при $t = 35^{\circ}\text{C}$

№ провода	R, Ом	C, пФ	Z, Ом	X _c , Ф
12	1 428,54	191,3	84 630	83 200
13	279,036	418,52	38 310	38 030
14	617,255	333,32	48 370	47 750
15	912,83	473,32	34 540	33 630
16	30,3508	258,99	61 480	61 450

По рассчитанным значениям емкостного сопротивления построены графики зависимости от сопротивления.

График зависимости емкостного сопротивления от сопротивления для провода № 12 приведен на рисунке 9.

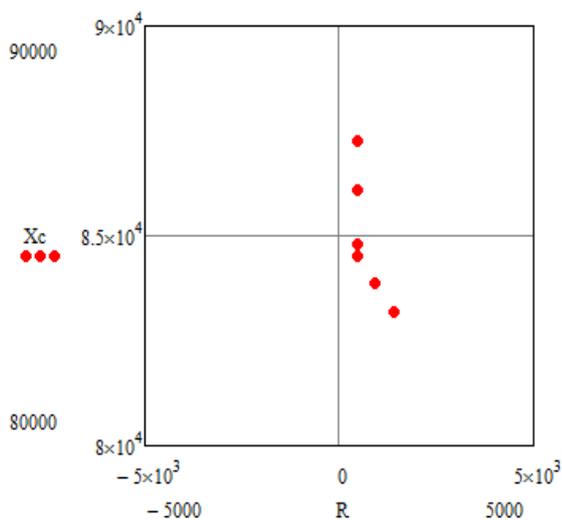


Рисунок 9 – Зависимость X_c от R для провода № 12.

График зависимости емкостного сопротивления от сопротивления для провода № 13 приведен на рисунке 10.

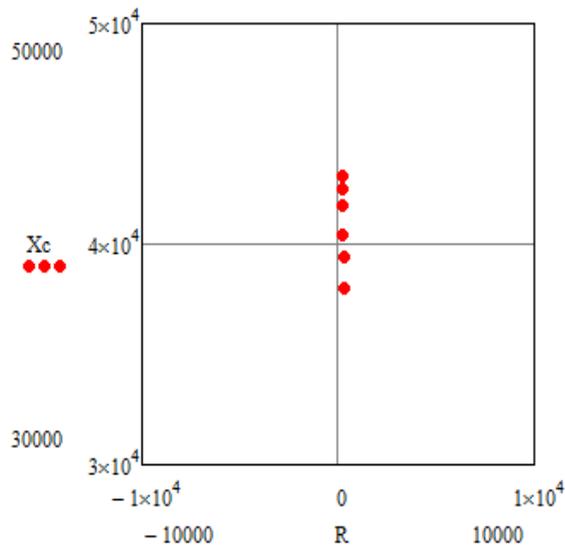


Рисунок 10 – Зависимость X_c от R для провода № 13.

График зависимости емкостного сопротивления от сопротивления для провода № 14 приведен на рисунке 11.

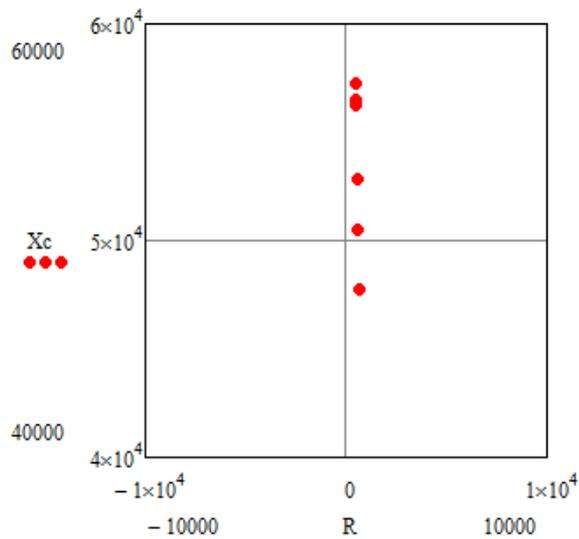


Рисунок 11 – Зависимость X_c от R для провода № 14.

График зависимости емкостного сопротивления от сопротивления для провода № 15 приведен на рисунке 12.

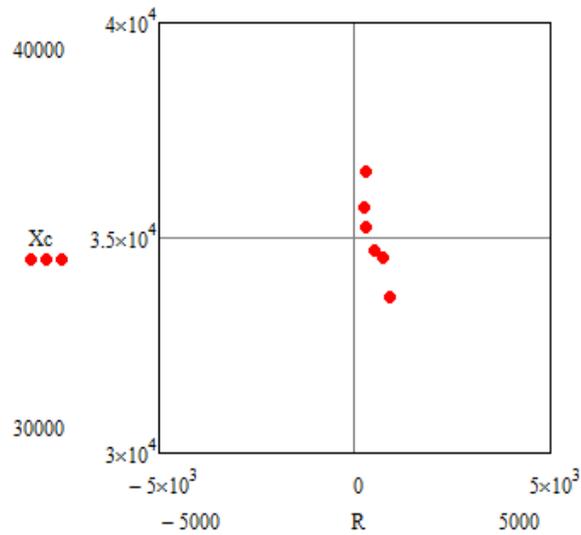


Рисунок 12 – Зависимость X_c от R для провода № 15.

График зависимости емкостного сопротивления от сопротивления для провода № 16 приведен на рисунке 13.

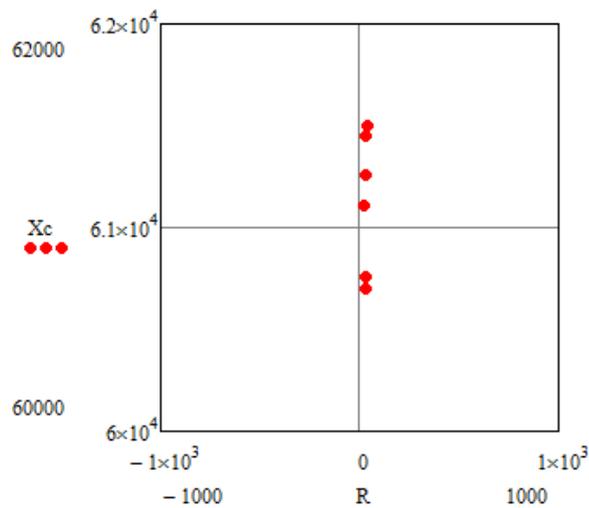


Рисунок 14 – Зависимость X_c от R для провода № 16.

Произведен расчет погрешностей (абсолютной, относительной и общей) при разных температурах для каждого провода.

Случайная абсолютная погрешность для АКТАКОМ АМ 3001 находится по формуле:

$$\Delta_{сл} = t \cdot \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

где t – коэффициент Стьюдента (по таблице);

σ – среднее квадратическое отклонение;

n – количество показаний.

Среднее квадратическое отклонение находится по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3)$$

где $n = 10$ – количество действительных значений емкости ;

\bar{x} – среднее значение.

Общая погрешность находится по формуле:

$$\delta = \delta_{сл} + \delta_{и} \quad (4)$$

где $\delta_{сл}$ – случайная относительная погрешность;

$\delta_{и} = 0,05\%$ - инструментальная погрешность, прописанная в паспорте прибора АКТАКОМ АМ 3001.

Случайная относительная погрешность находится по формуле:

$$\delta_{сл} = \frac{\Delta_{сл}}{X} \cdot 100\% \quad (5)$$

где $\Delta_{сл}$ – случайная абсолютная погрешность;

X – измеренное значение.

Случайная абсолютная погрешность для прибора САР-10 находится по формуле:

$$\Delta = X - Y \quad (6)$$

где X – среднее значение показаний снятых с помощью прибора АКТАКОМ АМ 3001;

Y – среднее значение показаний снятых с помощью прибора САР-10.

В таблице 15 приведены рассчитанные погрешности при разных температурах.

Таблица 15 – Рассчитанные погрешности при разных температурах

№ провода	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta_{сл}$ АКТАКОМ АМ 3001	$\delta_{сл}$ АКТАКОМ АМ 3001	Общая погрешность АКТАКОМ АМ 3001	Δ САР-10	$\delta_{сл}$ САР-10	Общая погрешност ь САР-10
12	15	0,117	0,064%	0,114%	10,08	5,85%	5,85%
13		0,081	0,022%	0,072%	39,6	11,99%	11,99%
14		0,019	0,0068%	0,0568%	25,49	10,099%	10,099%

№ провода	t, °C	$\Delta_{\text{сл}}$ АКТАКОМ АМ 3001	$\delta_{\text{сл}}$ АКТАКОМ АМ 3001	Общая погрешность АКТАКОМ АМ 3001	Δ САР-10	$\delta_{\text{сл}}$ САР-10	Общая погрешност ь САР-10
15		0,083	0,019%	0,069%	41,23	10,46%	10,46%
16		0,144	0,0556%	0,1056%	25,0	10,69%	10,69%
12	18	0,039	0,021%	0,071%	12,43	7,19%	7,19%
13		0,1	0,0267%	0,0767%	40,49	12,2%	12,2%
14		0,083	0,02946%	0,07946%	27,81	10,95%	10,95%
15		0,047	0,01054%	0,06054%	50,98	12,9%	12,9%
16		0,849	0,3259%	0,3759%	32,64	14,38%	14,38%
12		20	0,013	0,00693%	0,05693%	14,47	8,36%
13	0,0086		0,002256%	0,052256%	45,47	13,54%	13,54%
14	0,026		0,00919%	0,05919%	24,09	9,31%	9,31%
15	0,02		0,00443%	0,05443%	52,26	13,09%	13,09%
16	0,02		0,00764%	0,05764%	30,76	13,3%	13,3%
12	25		0,172	0,091%	0,141%	8,21	4,56%
13		0,285	0,072%	0,122%	45,77	13,14%	13,14%
14		0,48	0,159%	0,209%	25,26	9,15%	9,15%
15		0,279	0,061%	0,111%	43,69	10,54%	10,54%
16		0,246	0,094%	0,144%	27,6	11,89%	11,89%
12		30	0,237	0,125%	0,175%	7,86	4,32%
13	0,626		0,155%	0,205%	42,25	11,7%	11,7%
14	0,232		0,074%	0,124%	23,81	8,17%	8,17%
15	0,368		0,080%	0,13%	32,56	7,6%	7,6%
16	0,245		0,093%	0,143%	27,9	11,91%	11,91%
12	35		0,01	0,00523%	0,05523%	2,43	1,28%
13		0,059	0,0141%	0,0641%	51,52	14,04%	14,04%
14		0,084	0,0252%	0,0752%	33,3	11,1%	11,1%
15		1,547	0,3275%	0,3775%	40,84	9,44%	9,44%
16		0,059	0,00245%	0,05245%	27,09	11,68%	11,68%

4.3 Проведение калибровки

По измеренным значениям емкостей, представленных в таблице 3,5,7,9,11 и 13, построены графики зависимости емкости, измеренной прибором АКТАКОМ АМ 3001 и емкости, измеренной прибором САР-10 от температуры.

Для провода № 12 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 15.

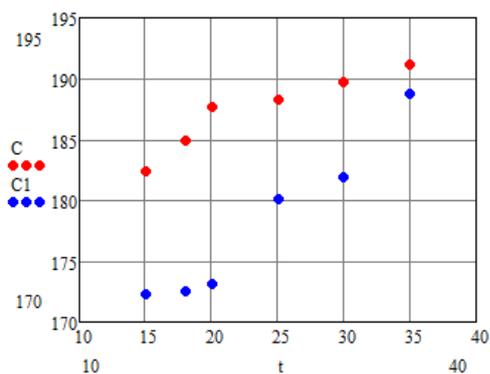


Рисунок 15 – Зависимость емкостей от температуры для провода №12.

Для провода № 13 зависимость емкостей от температуры изображена на рисунке 16.

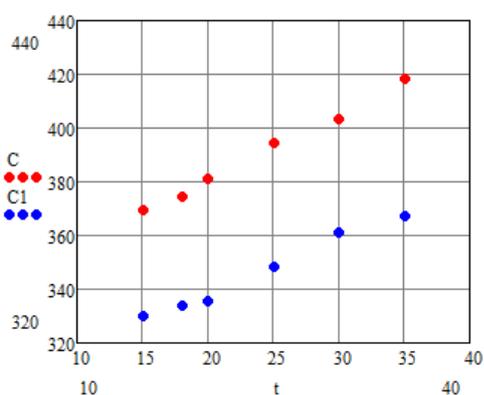


Рисунок 16 – зависимость емкостей от температуры для провода №13.

Для провода № 14 зависимость емкостей от температуры изображена на рисунке 17.

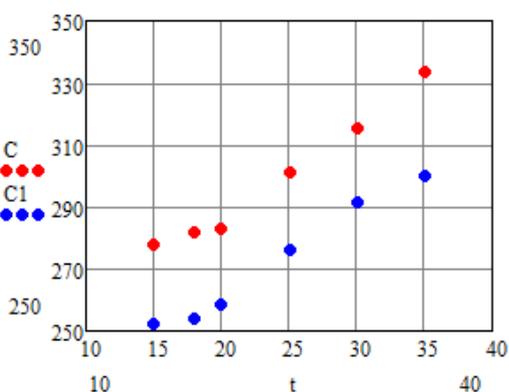


Рисунок 17 - Зависимость емкостей от температуры для провода №14.

Для провода № 15 зависимость емкостей от температуры изображена на рисунке 18.

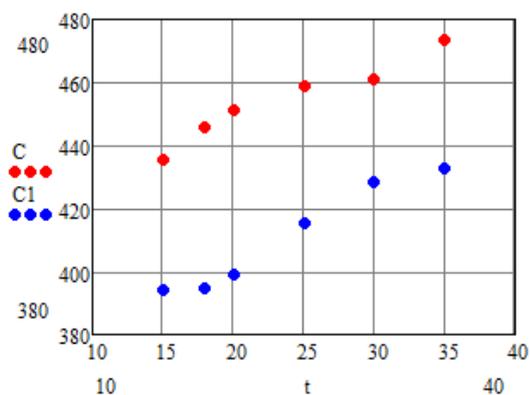


Рисунок 18 – Зависимость емкостей от температуры для провода №15.

Для провода № 16 зависимость емкостей от температуры изображена на рисунке 19.

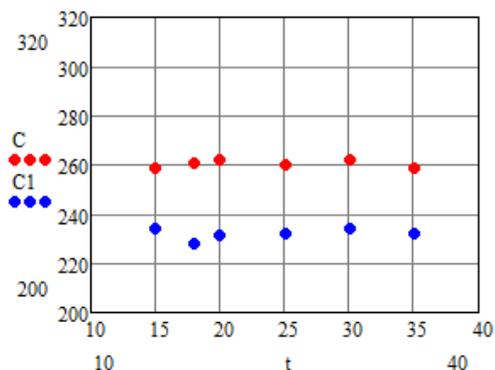


Рисунок 19 – Зависимость емкостей от температуры для провода №16.

Из представленных зависимостей видно, что действительные значения емкости С, снятые образцовым прибором АКТАКОМ АМ3001 отличаются от значений емкости С1, снятых прибором САР-10. Следуя из этого, необходимо провести калибровку прибора и снять зависимости емкостей от температуры после калибровки.

Следуя пункту 4.1.6.2 методики калибровки, была произведена калибровка прибора и получены значения при разной температуре, которые представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Значения емкости после проведения калибровки

№ провода	t, °C	Значения емкостей, снятые прибором САР-10, пФ/м (после калибровки)	Действительное значение емкости, АКТАКОМ АМ3001, пФ/м
12	15	183, 2	182,38
13		371,0	369,7

№ провода	t, °C	Значения емкостей, снятые прибором САР- 10, пФ/м (после калибровки)	Действительное значение емкости, АКТАКОМ АМ3001, пФ/м
14		278,1	277,87
15		435,4	435,43
16		259,2	258,8
12	18	185,3	184,91
13		374,2	374,33
14		282,4	281,73
15		446,6	445,9
16		261,0	260,44
12	20	188,3	187,65
13		381,6	381,13
14		283,4	282,81
15		451,3	451,4
16		262,4	261,94
12	25	188,9	188,31
13		395,0	394,17
14		301,2	301,38
15		458,8	458,77
16		260,9	259,8
12	30	190,1	189,72
13		403,3	403,5
14		315,6	315,11
15		461,2	460,96
16		262,3	262,2
12	35	191,1	191,13
13		419,3	418,52
14		334,1	333,32
15		473,5	473,32
16		259,9	258,9

По данным представленным в таблице 16, были построены графики зависимости емкостей от температуры для каждого провода.

Для провода № 12 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 20.

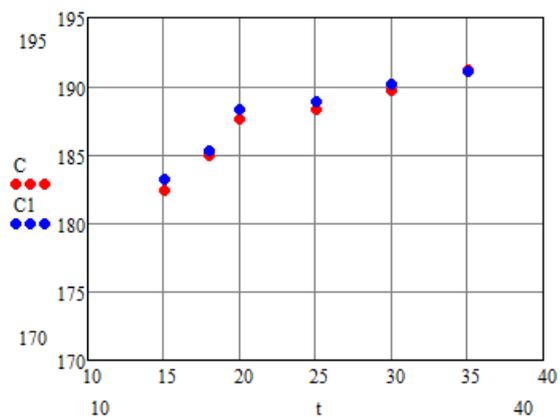


Рисунок 20 – Зависимость емкостей от температуры для провода № 12.

Для провода № 13 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 21.

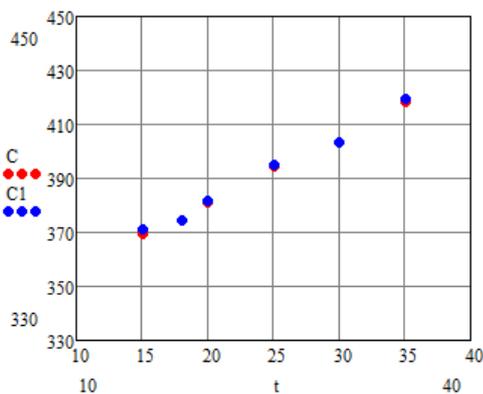


Рисунок 21 – Зависимость емкостей от температуры для провода № 13.

Для провода № 14 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 22.

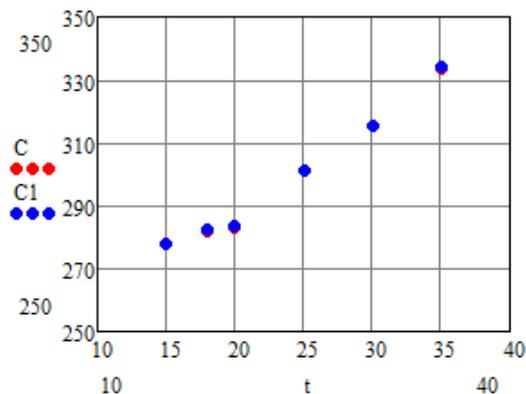


Рисунок 22 – Зависимость емкостей от температуры для провода №14.

Для провода № 15 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 23.

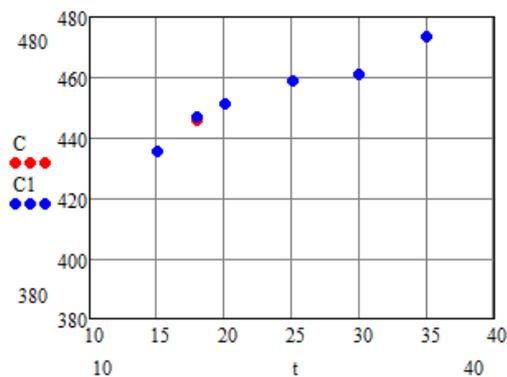


Рисунок 23 – Зависимость емкостей от температуры для провода № 15.

Для провода № 16 зависимость емкостей от температуры представлена на рисунке 24.

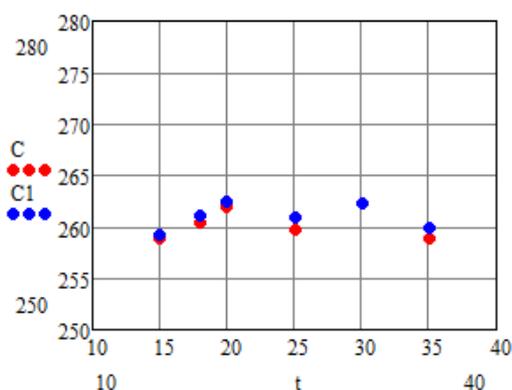


Рисунок 24 – Зависимость емкостей от температуры для провода № 16.

По данным графикам видно, что значения емкостей $C1$, измеренные прибором САР-10 приближенно равны действительным значениям емкости C , измеренные прибором АКТАКОМ АМ 3001.

Следуя пункту 4.2, произведены расчеты случайной абсолютной, случайной относительной и общей погрешностей для измеренных значений емкости представленных в таблице 16.

Рассчитанные значения емкостей приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Рассчитанные погрешности при разных температурах после калибровки

№ провода	t, °C	$\Delta_{\text{сл}}$ АКТАКОМ- АМ 3001	$\delta_{\text{сл}}$ АКТАКОМ -АМ 3001	Общая погрешность АКТАКОМ- АМ 3001	Δ САР-10	$\delta_{\text{сл}}$ САР-10	Общая погрешнос ть САР-10
12	15	0,117	0,064%	0,114%	-0,82	0,44%	0,44%
13		0,081	0,022%	0,072%	-1,30	0,35%	0,35%
14		0,019	0,0068%	0,0568%	-0,23	0,083%	0,083%
15		0,083	0,019%	0,069%	0,03	0,0069%	0,0069%
16		0,144	0,0556%	0,1056%	-0,40	0,15%	0,15%
12	18	0,039	0,021%	0,071%	-0,39	0,21%	0,21%
13		0,1	0,0267%	0,0767%	0,13	0,035%	0,035%
14		0,083	0,02946%	0,07946%	-0,67	0,24%	0,24%
15		0,047	0,01054%	0,06054%	-0,70	0,16%	0,16%
16		0,849	0,3259%	0,3759%	-0,56	0,21%	0,21%
12	20	0,013	0,00693%	0,05693%	-0,65	0,35%	0,35%
13		0,0086	0,002256%	0,052256%	-0,47	0,12%	0,12%
14		0,026	0,00919%	0,05919%	-0,59	0,21%	0,21%
15		0,02	0,00443%	0,05443%	0,10	0,022%	0,022%
16		0,02	0,00764%	0,05764%	-0,46	0,18%	0,18%
12	25	0,172	0,091%	0,141%	-0,59	0,31%	0,31%
13		0,285	0,072%	0,122%	-0,83	0,21%	0,21%
14		0,48	0,159%	0,209%	0,18	0,059%	0,059%
15		0,279	0,061%	0,111%	-0,03	0,0065%	0,0065%
16		0,246	0,094%	0,144%	-1,10	0,42%	0,42%
12	30	0,237	0,125%	0,175%	-0,38	0,2%	0,2%
13		0,626	0,155%	0,205%	0,20	0,05%	0,05%
14		0,232	0,074%	0,124%	-0,49	0,16%	0,16%
15		0,368	0,080%	0,13%	-1,24	0,27%	0,27%
16		0,245	0,093%	0,143%	-0,10	0,038%	0,038%
12	35	0,01	0,00523%	0,05523%	0,03	0,016%	0,016%
13		0,059	0,0141%	0,0641%	-0,78	0,19%	0,19%
14		0,084	0,0252%	0,0752%	-0,78	0,23%	0,23%
15		1,547	0,3275%	0,3775%	-0,18	0,038%	0,038%
16		0,059	0,00245%	0,05245%	-1,00	0,38	0,38

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4Б	Канунниковой Катерине Олеговне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклад руководителя – 25 000 руб. Оклад инженера – 17 000 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Дополнительной заработной платы 12%; Районный коэффициент 30%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	-Анализ конкурентных технических решений
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта. Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты; - затраты на специальное оборудование для научных работ - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	- Определение эффективности исследования

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. <i>Оценочная карта конкурентных технических решений</i>
2. <i>График Ганта</i>
3. <i>Расчет бюджета затрат НИ</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	09.02.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын Владислав Владимирович	к.э.н.		09.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4Б	Канунникова Катерина Олеговна		09.02.2018

- технические характеристики разработки;
- конкурентоспособность разработки;
- уровень завершенности научного исследования (наличие макета, прототипа и т.д.);
- бюджет разработки;
- уровень проникновения на рынок;
- финансовое положение конкурентов, тенденции его изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В настоящее время приборы для технологического контроля емкости разрабатываются зарубежными фирмами, такими как: Sikora (Германия), Zumbach (Швейцария). Приборы у данных фирм обладают высокой заявленной точностью по сравнению с САР-10, но их приборы дороже по стоимости.

Таблица 18 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Диапазон измерения емкости	0,1	4	3	5	0,4	0,3	0,5
2. Наличие связи прибора с ПК	0,05	5	2	5	0,25	0,1	0,25
3. Удобство в эксплуатации	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
4. Энергоэкономичность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
5. Масса-габаритные параметры	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
6. Точность показаний прибора	0,2	3	5	5	0,6	1	1
7. Простота эксплуатации	0,1	5	3	4	0,5	0,3	0,4
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность	0,1	4	5	5	0,4	0,5	0,5

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
продукта							
2. Цена	0,2	5	3	3	1	0,6	0,6
Итого	1	40	32	39	4,3	3,9	4,35

Ф – исследуемый прибор К1 – прибор компании Sikora, К2 – прибор компании Zumbach.

Критерии для сравнения и оценки ресурсоэффективности и ресурсосбережения, приведенные в табл. 1, подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i \quad (7)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента,

V_i – вес показателя (в долях единицы), B_i – балл i -го показателя.

Из таблицы 18 видно, что исследуемый прибор уступает место прибору Zumbach. Среди них: диапазон измеряемой емкости, точность измерения. В дальнейшем, для удержания продукта на рынке, необходимо улучшать эти параметры. Сильными сторонами прибора в сравнении с Sikora являются наличие связи с ПК и энергоэкономичность. Кроме того, он имеет наименьшую цену в сравнении с зарубежными аналогами.

5.2 Планирование научно – исследовательских работ

5.2.1 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.

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.

Таблица 19 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Выбор темы ВКР	1	Постановка задачи	Научный руководитель
Разработка технического задания	2	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель, инженер
	3	Календарное планирование работ по теме	Научный руководитель
Подбор и изучение материалов по тематике	4	Изучение методов исследования	Инженер
	5	Обзор ГОСТов для проведения исследования	Инженер
Теоретическое и экспериментальные исследования	6	Снятие показаний с прибора	Инженер
	7	Проведение расчетов и обоснований	Инженер
	8	Сравнение расчетов при разной температуре	Инженер
Проведение ОКР			
Разработка технической документации и проектирование	9	Оценка характеристик прибора для ввода в эксплуатацию	Инженер, научный руководитель
Оформление отчета по НИР (комплекта	10	Оформление расчетно-пояснительной записки	Инженер, научный руководитель

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
документации по ОКР)	11	Оформление методики калибровки	Инженер, научный руководитель
	12	Доклад и презентация	Инженер, научный руководитель

5.2.2 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 $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5} \quad (8)$$

где $t_{ожі}$ – 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_p , 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 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (9)$$

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

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

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

5.2.3 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:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (10)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 52 - 14} = 1,22$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году ($T_{\text{кал}} = 365$ дн.);

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году ($T_{\text{вых}} = 52$ дн.);

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году ($T_{\text{пр}} = 14$ дн.).

Все рассчитанные значения приведены в таблице 20.

Таблица 20 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы	Трудоёмкость работ						Исполнитель И		Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{\text{ожид}}$, чел-дни							
	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И
1	3	0	4	0	3,4	0	1	0	3	0	4	0
2	3	3	7	6	4,6	4,2	1	1	2	2	2	2
3	2	0	5	0	3,2	0	1	0	3	0	4	0
4	0	15	0	25	0	19	0	1	0	19	0	23

Номер работы	Трудоёмкость работ						Исполнител и		Длительност ь работ в рабочих днях T_{pi}		Длительност ь работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел- дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожі}$, чел-дни							
	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И	НР	И
5	0	5	0	10	0	7	0	1	0	7	0	9
6	0	5	0	10	0	7	0	1	0	7	0	9
7	0	3	0	6	0	4,2	0	1	0	4	0	5
8	0	5	0	8	0	6,2	0	1	0	6	0	7
9	2	5	6	10	3,6	7	1	1	2	4	2	5
10	1	8	2	12	1,4	9,6	1	1	1	5	1	6
11	2	15	5	25	3,2	19	1	1	2	10	2	12
12	1	1	1	3	1	1,8	1	1	1	1	1	1
Итого	14	65	31	115	20,4	85	7	10	14	65	16	79

После заполнения таблицы 20 построен календарный план-график (табл. А.1, приложение А). Работы на графике выделены различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

5.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

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

- материальные затраты;
- затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ;
- основная заработная плата исполнительной темы;
- дополнительная заработная плата исполнительной темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

5.3.1 Расчет материальных затрат

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

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \text{Ц}_i \cdot N_{\text{расх}i} \quad (11)$$

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

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Ц_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг., руб./м., руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Значения цен на материальные ресурсы могут быть установлены по данным, размещенным на соответствующих сайтах в Интернете предприятиями-изготовителями (либо организациями-поставщиками).

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. Результаты расчетов представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Кол-во	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы (с учетом транспортных расходов), (З _м), руб.
Одножильные провода	шт	5	60	300
Термометр лабораторный	шт	1	1000	1150
Изолента	шт.	1	80	80
Штангенциркуль	шт.	1	1000	1150
Линейка металлическая	шт.	1	400	400
Тетрадь 96 листов	шт	1	60	60
Ручка	шт	1	40	40
Итого:				3180

5.3.2 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.

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. Результаты расчетов представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Бюджет затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования (с учетом затрат на доставку и монтаж), тыс. руб.
1.	АКТАКОМ АМ-3001	1	155000	194000
2.	ПК	1	35000	40000
Итого:				234000

5.3.3 Основная заработная плата исполнительской 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. Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} \quad (12)$$

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

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

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p \quad (13)$$

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

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

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m}{T_{\text{р.д.}}} \quad (14)$$

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_b \cdot k_p \quad (15)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

$T_{\text{р.д.}}$ – количество рабочих дней в месяце, т.к. рабочая неделя состоит из 6 дней, то $T_{\text{р.д.}} = 26$ дн.;

Z_b – базовая заработная плата сотрудника (25 000 руб. для доцента, 17 000 руб. для инженера-ассистента);

$k_p = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Рассчитанные значения приведены в таблице 23.

Таблица 23 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	T_{pi} , чел.-дн.	$Z_{\text{дн}}$ руб.		$Z_{\text{осн}}$ руб.
		НР	И	
НР	14	1 250	850	17 500
И	65			55 250
Сумма				72 750

5.3.4 Дополнительная заработная плата исполнительской темы

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

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} \quad (16)$$

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

5.3.5 Отчисления во внебюджетные формы

Величина отчислений во внебюджетные фонды определена исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (17)$$

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
НР	17 500	2 625
И	55 250	8 288
Сумма	72 750	10 913
$k_{\text{внеб}}$	30%	
Итого:		
НР	6 038	
И	19 061	
Сумма	25 099	

5.3.6 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. Финансирование проекта происходит за счет предприятия, либо если работа происходит в лаборатории, тогда средства выделяет руководитель лаборатории.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 25.

Таблица 25 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Доля затрат, %	Примечание
1. Материальные затраты НТИ	3 180	0,92	Пункт 2.4.1.
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	234 000	67,64	Пункт 2.4.2.
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	72 750	21,03	Пункт 2.4.3.
4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	10 913	3,15	Пункт 2.4.4.
5. Отчисления во внебюджетные фонды	25 099	7,26	Пункт 2.4.5.
6. Бюджет затрат НТИ	345 942	100	Сумма ст. 1 - 5

5.4 Определение социальной и финансовой эффективности исследования

Эффективность исследования характеристик прибора определяется за счет социальной, ресурсной и бюджетной сторон. Социальная значимость исследования прибора позволяет использовать на заводах кабельной промышленности. Прибор позволяет на этапе создания проводов измерять емкости и по методике калибровке предполагать их дальнейшее использование. Финансовая выгода от использования прибора заключается в цене по сравнению с зарубежными аналогами.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
1Б4Б	Канунниковой Катерине Олеговне

Школа	ИШНКБ	Отделение	ОКД
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	Приборостроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	<p>Объект исследования – измеритель емкости САР-10.</p> <p>Рабочая зона – лабораторная аудитория №409, 18 корпус, ИШНКБ, ТПУ, отделение ОКД.</p> <p>Оборудование – провода различного диаметра, персональный компьютер.</p>
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения</p>	<p>Вредными факторами является отсутствие или недостаток естественного света;</p> <p>-Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;</p> <p>- Зрительное напряжение.</p> <p>Опасным фактором при разработке электронного устройства является электрический ток.</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Утилизация электронного прибора.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Чрезвычайная ситуация техногенного характера – пожар.</p> <p>Определение общих правил поведения и рекомендаций во время пожара.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся студентов в учебных аудиториях.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.02.2018
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент отд. ОКД ИШНКБ	Анищенко Юлия Владимировна	к.т.н.		13.02.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Б4Б	Канунникова Катерина Олеговна		13.02.2018

6 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Данная выпускная квалификационная работа заключается в составлении методики для прибора измерителя емкости САР-10. Объектом исследования при ее выполнении является прибор. Рабочей зоной исследования является лабораторная работа № 409, 18 корпус, ИШНКБ, ТПУ, отделение ОКД.

Для исследования характеристик прибора необходимо подготовить образцы проводов с известными действительными значениями. В данном разделе рассмотрены только те возможные вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть во время проведения исследований в лабораторной комнате.

6.1 Производственная безопасность

6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования

Объектом исследования является прибор измерителя емкости САР-10. Измерения погонной емкости проводов выполняются в соответствии с ГОСТ 27893-88 [6]. Провода одножильных проводов не несут никаких опасных и вредных факторов. Исследование и анализ полученных данных проводится за компьютером.

Поражение электрическим током.

В качестве источника поражения тока может выступать персональный компьютер или оголённые токоведущие линии прибора измерителя емкости. Причинами электрического поражения являются: провода с поврежденной изоляцией, приближение к токоведущим частям, розетки сети без предохранительных кожухов, перегрузка розеток по мощности. Документом, регламентирующим предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов является ГОСТ 12.1.038 – 82 [19].

Электрический ток оказывает на организм человека негативное воздействие:

- термическое воздействие (ожоги отдельных участков тела, нагрев до высоких температур кровеносных сосудов);
- электролитическое воздействие (распад молекул крови);
- механическое воздействие (расслоение и разрыв тканей организма);
- биологическое воздействие (судорожное сокращение и нарушение внутренних биоэлектрических процессов).

Согласно ГОСТ Р 12.1.019-2009 [20] для предотвращения поражения электрическим током рекомендуется проводить следующие технические и организационные мероприятия.

Технические мероприятия:

- применение устройств (предохранителей, отключающих реле и т. п.) защиты электроустановок и сетей от перегрузок, а также токов коротких замыканий;
- защиту людей от прикосновения к токоведущим частям оборудования посредством изоляции токоведущих частей электрооборудования, установки защитных ограждений;
- защита от поражения электрическим током при переходе напряжения на металлические корпуса электроустановок; устройство защитного заземления;
- применение защитного отключения.

К организационным мероприятиям относится инструктаж по электробезопасности, присвоение 1 группы по электробезопасности. Данный инструктаж является обязательным условием для допуска к работе в помещении.

Также перед началом выполнения работы необходимо проверить, что выключатели и розетка закреплены и не имеют оголённых токоведущих

частей. Если обнаружены неисправности, то сообщить об этом ответственному лицу за оборудование. В случае нахождения неисправности прибор отключается от сети. Все приборы должны находиться на своих местах, и иметь защитное заземление с сопротивлением не более 4 Ом согласно ГОСТ 12.1.030-81 [21].

Повышенный уровень электромагнитных излучений.

Электромагнитные волны представляют собой взаимосвязанные колебания электрических и магнитных полей, составляющих единое электромагнитное поле, распространяющееся в пространстве с конечной скоростью.

Негативное воздействие ЭМП на человека выражается в виде торможения рефлексов, изменения биоэлектроактивности головного мозга, нарушения памяти, развития синдрома хронической депрессии, понижения кровяного давления, замедления сокращений сердца, изменения состава крови в сторону увеличения лейкоцитов и уменьшения эритроцитов, нарушений в печени и селезенке, помутнения хрусталика глаза, выпадения волос, ломкости ногтей. К ЭМП чувствительны также иммунная и репродуктивная системы.

Человеческий организм всегда реагирует на электромагнитное поле. Однако, для того чтобы эта реакция переросла в патологию и привела к заболеванию необходимо совпадение ряда условий – в том числе достаточно высокий уровень поля и продолжительность облучения. Поэтому, при использовании техники с малыми уровнями поля и/или кратковременными, ЭМП (электромагнитное поле) не оказывает влияния на здоровье. Потенциальная опасность может грозить лишь людям с повышенной чувствительностью к электромагнитному полю и аллергикам, также зачастую обладающим повышенной чувствительностью к электромагнитным полям.

Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах пользователей, согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [22], представлены в таблице 26.

Таблица 26 – Временные допустимые уровни ЭМП, которые создают ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметра		ВДУ
Напряженность электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Критерием безопасности для человека, находящегося в электрическом поле (ЭП) промышленной частоты 50 Гц, принята напряженность этого поля. Нормы установлены СанПиН 2.2.4.1191-03 [23]. Пребывание в ЭП напряженностью до 5кВ/м включительно допускается в течение рабочего дня. Пребывание в ЭМП напряженностью от 5 до 20 кВ/м допускается в течение одного часа.

Для уменьшения влияния электромагнитного поля можно использовать мониторы у которых понижен уровень излучения (MPR-II, TCO-92, TCO-99), также соблюдать перерывы между работой за компьютером.

6.1.2 Анализ вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении исследований

Вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть, при исследовании характеристик прибора CAP-10 приведены в таблице 27.

Таблица 27 – Опасные и вредные факторы при исследовании характеристик прибора

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Факторы ГОСТ 12.0.003-74ССБТ		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа с прибором.	-	Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 [19]
Работа с прибором.	Недостаточная освещенность рабочей зоны	-	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24]
Лаборатория	Повышенная или пониженная температура рабочей зоны	-	ГОСТ 12.1.005-88 [25]
Работа с ПЭВМ	Повышенный уровень электромагнитных излучений		СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [22]
	-	Электрический ток	ГОСТ 12.1.038-82 [19]

Недостаточная освещённость.

При выполнении работ рекомендуется совмещенное освещение. Естественное освещение является для человека физиологически необходимым и наиболее благоприятным. Однако оно не может в полной мере обеспечить его нормальную жизнедеятельность. Из-за этого дополнения к нему необходимо искусственное освещение. Целесообразнее использовать комбинированное искусственное освещение, так как при таком освещении происходит равномерное распределение света по всей площади и дает возможность выделить необходимые объекты или зоны.

Освещенность рабочих помещений нормируется СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [24]. Для научно-технической лаборатории коэффициент пульсации не более 10 %. Нормируемые показатели освещения в основных помещениях общественного здания приведены в таблице 28.

Таблица 28 – Нормируемые показатели естественного, искусственного и совмещенного освещения основных помещений общественного здания

Помещения	Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности (Г-горизонт., В-вертик.) и высота плоскости над полом, м.	Естественное освещение		Совмещенное освещение		Искусственное освещение				
		КЕО e_n , %		КЕО e_n , %		Освещенность			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп % не более
		При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	При верхнем или комбинированном освещении	При боковом освещении	Всего, лк	При комбинированном освещении	От общего, лк		
Аналитические лаборатории	Г – 0,8	4,0	1,5	2,4	0,9	600	400	500	40	10
Лаборатории научно-технические	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	40	10
Лаборатории орг. и неорг. химии	Г – 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	40	10

Недостаточное освещение влияет на функционирование зрительного аппарата, то есть определяет зрительную работоспособность, на психику человека, его эмоциональное состояние, вызывает усталость центральной нервной системы, возникающей в результате прилагаемых усилий для опознания четких или сомнительных сигналов.

При недостаточной освещенности, согласно СНиП 23-05-95 в качестве источника света в лаборатории рекомендуется использовать газоразрядные лампы низкого давления белой цветности [26].

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны.

Микроклимат производственных помещений – это климат внутренней среды этих помещений, который определяется действующими на организм сочетаниями температуры, влажности и скорости движения воздуха, а также температуры окружающих поверхностей. Оптимальные микроклиматические условия обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены, не вызывают отклонений в состоянии здоровья и создают предпосылки для высокой работоспособности.

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать ГОСТ 12.1.005–88 [25]. Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха приведены в таблице 4 для категории Ib, к ней относятся работы с интенсивностью энергозатрат 121 - 150 ккал/ч (140 - 174 Вт), производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Изменения температура и влажности воздуха в помещении может быть вызвано следующими факторами: изменение температуры среды вне помещения, время года, время суток, одновременное нахождение в помещении большого количества людей. В лаборатории следует обеспечивать оптимальные или допустимые параметры микроклимата, которые приведены в таблице 29.

Таблица 29 – Оптимальные и допустимые нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Температура, °С					Относительная влажность, %		Скорость движения воздуха, м/с	
	Оптимальная	Допустимая на рабочих местах				Оптимальная на рабочих местах пост. и непост., не более	Допустимая на рабочих местах пост. и не пост., не более	Оптимальная не более	Допустимая на рабочих местах пост. и непост.
		Верхняя граница		Нижняя граница					
		На рабочих местах							
Пост.	Непост.	Пост.	Непост.						
Холодный, °С	21-23	24	25	20	17	40-60	75	0,1	Не более 0,2
Теплый, °С	22-24	28	30	21	19	40-60	60 (при 27 °С)	0,2	0,1-0,3

Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов.

Перед началом работы нужно проверить исправность оборудования (вилки и подводящих кабелей). Проверить исправность электрической розетки. Протереть поверхность прибора влажной тряпкой от пыли.

Во время работы в лаборатории необходимо соблюдать чистоту, порядок и правила техники безопасности, так как беспорядочность и поспешность в работе могут привести к несчастным случаям с тяжелыми последствиями.

После окончания работ в лаборатории необходимо привести в порядок рабочее место, отключить электрические приборы.

В учебно-научно-исследовательских лабораториях разрешается работать не более 8 часов, при этом каждые 40-50 минут работы необходимо делать перерыв не менее 15 минут и после 4 часов работы обеденный перерыв не менее 1 часа.

Все личные вещи должны находиться в отведенном месте.

В рабочей зоне не используются источники механического травмирования и грузоподъемные устройства. Получение травмы при работе с прибором не возможно.

Поражение электрическим током может произойти только при использовании неисправного оборудования, прикосновения к незащищенным контактам электросети, которые находятся под напряжением.

Перед тем, как приступить к работе в лаборатории, необходимо пройти инструктажи (вводные, первичные и повторные). Прохождение инструктажа отмечается в лабораторном журнале по технике безопасности. Ответственность за это несет руководитель лаборатории.

6.2 Экологическая безопасность

6.2.1 Анализ влияния объекта на окружающую среду

При исследовании характеристик прибора не было обнаружено влияний на окружающую среду. По истечении срока службы прибора измерителя емкости, если он не подлежит дальнейшему ремонту, прибор утилизируется.

Утилизация устройства необходима из-за вторичного использования некоторых компонентов, а так же опасных для окружающей среды веществ. Электронный прибор можно сдать в специальный пункт для утилизации, утилизацию может осуществлять предприятие либо владелец.

В случае необходимости конструктивные узлы устройства могут быть использованы повторно. Повторно может использоваться корпус прибора и электрические платы.

6.2.2 Анализ «жизненного цикла» объекта исследования

Понятие «жизненный цикл» представляет собой последовательные и взаимосвязанные стадии системы жизненного цикла продукции от приобретения или производства из природных ресурсов или сырья до окончательного размещения в окружающей среде.

Для исследуемого объекта жизненный цикл представлен на рисунке 25:



Рисунок 25 – Жизненный цикл измерителя емкости САР-10.

Исследование происходит на стадиях между созданием прибора и введением в эксплуатацию. На этом этапе создается документация на прибор, чтобы его можно было использовать в производстве. Влияние на окружающую среду при стадии разработки не происходит.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайные ситуации относятся к совокупности опасных событий или явлений, приводящих к нарушению безопасности жизнедеятельности.

Основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций являются: во-первых – внутренние, к которым относятся сложность технологий, недостаточная квалификация персонала, проектно-конструкторские недоработки, физический и моральный износ оборудования, низкая трудовая и технологическая дисциплина; во-вторых – внешние чрезвычайные ситуации (стихийные бедствия, неожиданное прекращение подачи электроэнергии, воды, технологических продуктов и т.д.).

6.3.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследования

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией, которая может возникнуть при работе с прибором измерителя емкости и ЭВМ является пожар.

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- неисправность электросетей;
- незнание или небрежность обслуживающего персонала;
- курение в неположенных местах.

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Пожарная профилактика – комплекс организационных и технических мероприятий направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий, на успешное тушение пожара. Успех борьбы с пожаром зависит от своевременного обнаружения пожара и быстрого принятия мер по его ликвидации.

Исходя из установленной номенклатуры обозначений зданий по степени пожароопасности, анализируемое в данной работе помещение относится в категории В.

Среди организационных и технических мероприятий, осуществляемых для устранения пожара, необходимо выделять следующие меры:

- использование исправного оборудования, электропроводки;
- проведение инструктажей по пожарной безопасности;

- назначение ответственного за пожарную безопасность в помещениях предприятий, лабораториях учебных корпусов;
- наличие план эвакуации людей, который должен висеть на видном месте;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

6.3.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действий при возникновении ЧС

В лабораторной комнате должны висеть огнетушители (углекислотные), а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить его.

Всякий работник при обнаружении пожара должен:

- незамедлительно сообщить о возгорании в городскую пожарную охрану по телефону 01 (с мобильного – 010) и оповестить руководство, если не сработала автоматическая система обнаружения пожара;
- принять меры по эвакуации людей, каких-либо материальных ценностей с использованием для этого имеющихся средств и сил;
- отключить электроэнергию,
- прекратить все работы в здании (если это допустимо по технологическому процессу производства), кроме работ, связанных с тушением пожара;
- удалить за пределы опасной зоны всех сотрудников, не участвующих в тушении пожара.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

В соответствии с трудовым законодательством условия работы при разработке, испытании и эксплуатации устройства не являются вредными и опасными, следовательно, компенсация сотрудникам не предусмотрена. Сотрудникам рекомендуется следовать мерам безопасности при исследовании прибора, при этом использование специальной одежды и других мер индивидуальной защиты не требуются.

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

- заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;
- лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста пятнадцати лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;
- обязательный предварительный медицинский осмотр при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста восемнадцати лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;
- нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;
- во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

В связи с тем, что в исследовании устройства не используется никаких опасных химических веществ и соединений, к данной работе допускаются беременные женщины и люди, имеющие болезни, связанные с дыхательной системой.

6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Большое значение в работе имеет организация рабочих мест сотрудников и создание благоприятных условий труда. Работа в лаборатории обычно отличается малой двигательной активностью, монотонностью, длительным нахождением в закрытом помещении. Всё это вызывает быструю утомляемость и естественно отражается на результатах труда. Рабочее место при разработке устройства должно удовлетворять следующим требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03:

- Площадь одного рабочего места должна составлять не менее 4,5м².
- Освещенность рабочего стола должна составлять не менее 300-500лк.
- Экран видеомонитора должен находиться от глаз оператора на расстоянии 600 - 700мм.
- Поверхность стола должна иметь площадь не менее 1,5м².
- Рабочее кресло должно быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки.
- Поверхность сиденья, спинки и других элементов кресла должна быть полумягкой, с нескользящим и воздухопроницаемым покрытием.

При этом ширина прохода в помещении должна составлять не менее 2м. Габариты мебели должны соответствовать размерам помещения. Согласно ГОСТ 12.2.032-78 помещение не должно быть загромождено [27].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе была разработана методика калибровки прибора САР-10, предназначенного для измерения значений погонной емкости одножильного провода. Для этого был проведен обзор материалов, посвященных правильному составлению методики калибровки.

В результате проведенных экспериментов были построены зависимости значений емкостей, измеренных с помощью прибора АКТАКОМ АМ-3001 и прибора САР-10 при различных температурах, наглядно доказывающих необходимость проведения калибровки. Было выявлено, что погрешность без проведения калибровки прибора, между действительными и измеренными значениями емкости превышала 2,5% и для устранения погрешности была проведена калибровка прибора САР-10.

Проведение калибровки прибора измерения емкости САР-10 направлено на уменьшение погрешности измерения в лабораторных условиях.

Так же в работе представлены все необходимые разделы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение», «Социальная ответственность».

Вся проделанная работа соответствует техническому заданию и выполнена в полном объеме.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. РМГ 29-2013. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. [Электронный ресурс]. – Введ. 2015.01.01. Режим доступа: URL: http://ipg.geospace.ru/metrology/docs/RMG_29-2013.pdf, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 25.05.2018).
2. ГОСТ 16504-81. Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. [Электронный ресурс] – Введ. 1982.01.01. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/30125/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 25.05.2018).
3. ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. [Электронный ресурс] – Введ. 2015-09-01. Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118303>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 20.05.2018).
4. Справочник по электротехническим материалам: в 3 т./ под ред. Ю.В. Корицкого. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1986-1988. – Т. 1. – 368 с.
5. Толковый словарь современного русского языка, Д.Н. Ушаков – М.: “Аделант”, 2014.–800с.
6. ГОСТ 27893-88 (СТ СЭВ 1101-87). Кабели связи. Методы испытаний. [Электронный ресурс] – Введ. 1990.01.01. – с измен. 2018.01.18. – Режим доступа: URL: <http://meganorm.ru/Index/11/11797.htm>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 21.05.2018).
7. Пат. № 20030128038 US, МПК G01R 27/26. Capacitance monitoring systems [Электронный ресурс]/ Patrick Fleming, Lee Coleman.; заявл. 25.01.2001; опубл. 10.07.2003. - № 10/182766. – Режим доступа: URL:

<https://patents.google.com/patent/US20030128038A1/en>б, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 19.05.2018).

8. SIKORA Technology to Perfection [Электронный ресурс]/ О компании SIKORA – Режим доступа: URL: <https://sikora.net/ru/company/ueber-sikora/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 23.05.2018).

9. SIKORA Technology to Perfection [Электронный ресурс] /CAPACITANCE 2000 – Режим доступа: URL: <https://sikora.net/ru/produkty/capacitance-2000/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 19.05.2018).

10. ZUMBACH Electronics [Электронный ресурс]/ О компании – Режим доступа: URL: <http://www.zumbach.com/ru/about-us/company-profile.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 23.05.2018).

11. ZUMBACH Electronics [Электронный ресурс]/ CAPAC® / FFT / SRL – Режим доступа: URL: <http://www.zumbach.com/ru/products/product-finder/capac-fft-srl/capac-overview.html>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. англ. (дата обращения 19.05.2018).

12. Об обеспечении единства измерений [Электронный ресурс]: федер. закон от 22.06.2008 № 102-ФЗ, ред. от 13.07.2015. – Режим доступа: URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904/, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 21.05.2018).

13. ГОСТ Р 8.879-2014. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению. [Электронный ресурс] – Введ. 2015-09-01. Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200118303>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 20.05.2018).

14. ГОСТ 12.3.002-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности. [Электронный ресурс] – Введ. 2016.07.01. – с измен. 2018.01.11. – Режим

доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124407>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

15. ГОСТ 20.57.406-81. Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний [Электронный ресурс] – Введ. 1982.01.01. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200016473>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

16. ГОСТ Р 8.568-97. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. [Электронный ресурс] – Введ. 1998.06.30. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/791/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

17. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

18. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ / Сост. С.В. Романенко, Ю.В. Анищенко – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 11 с.

19. ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс] – Введ. 1983.06.30. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://www.internet-law.ru/gosts/gost/21681/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

20. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

[Электронный ресурс] – Введ. 2011.01.01. – Режим доступа: URL: <http://internet-law.ru/stroyka/doc/59774/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

21. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. [Электронный ресурс] – Введ. 1982.06.30. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/30435/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 20.05.2018).

22. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. [Электронный ресурс] – Введ. 2003.06.30. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901865498>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 18.05.2018).

23. СанПиН 2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях. [Электронный ресурс] – Введ. 2003.05.01. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901853847>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 20.05.2018).

24. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. [Электронный ресурс] – Введ. 2003.04.08. – с измен. 2010.03.15. – Режим доступа: URL: <http://docs.cntd.ru/document/901859404>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 19.05.2018).

25. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. [Электронный ресурс] – Введ. 1989.01.01. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/1583/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 21.05.2018).

26. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. [Электронный ресурс] – Введ. 1996.01.01. – Режим доступа: URL:

<http://docs.cntd.ru/document/871001026>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 18.05.2018).

27. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования. [Электронный ресурс] – Введ. 1979.01.01. – с измен. 2018.01.11. – Режим доступа: URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/31970/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. (дата обращения 22.05.2018).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица А.1 – Календарный план-график проведения ВКР по теме.

Этап	Т _{кп}		Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь			Январь			Февраль			Март			Апрель		
	НР	И	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	4	0	■	■	■																					
2	2	2		■	■																					
3	4	0			■	■	■																			
4	0	23				■	■	■	■	■																
5	0	9							■	■	■															
6	0	9												■	■	■										
7	0	5														■	■									
8	0	7															■	■	■							
9	2	5																	■	■						
10	1	6																		■	■					
11	2	12																			■	■	■			
12	1	1																					■	■	■	

■ - научный руководитель, ■ - инженер

