

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

---

Инженерная школа энергетики  
Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Отделение школы (НОЦ): Отделение электроэнергетики и электротехники

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИСПЫТАНИЙ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА СРЕДНЕЕ И ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ</b>
УДК 621.315.2.016.2-047.37.027:621.315.616.9(571.16)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ74	Лебедев Егор Владимирович		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Леонов Андрей Петрович	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

**КОНСУЛЬТАНТЫ:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОЭЭ	Шуликин Сергей Николаевич	старший преподаватель		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Подопригора Игнат Валерьевич	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Атепаева Наталья Александровна	старший преподаватель		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Леонов Андрей Петрович	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

Томск – 2019 г.

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

Инженерная школа энергетики  
 Направление подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
 Отделение школы (НОЦ): Отделение электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Леонов А.П.  
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Магистерской диссертации
--------------------------

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5ГМ74	Лебедеву Егору Владимировичу

Тема работы:

<b>РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ          ИСПЫТАНИЙ СИЛОВЫХ КАБЕЛЕЙ НА СРЕДНЕЕ И ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ</b>
Утверждена приказом директора (дата, номер)

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Испытательная станция на среднее напряжение.</li> <li>• Обзор отечественной и зарубежной литературы, техническое задание на выполнение работ.</li> </ul>
<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обзор литературы</li> <li>2. Экспериментальная часть</li> <li>3. Раздел, выполненный на иностранном языке</li> <li>4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>5. Социальная ответственность</li> </ol>
<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	-
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
	Старший преподаватель ОЭЭ

	Шуликин Сергей Николаевич
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Доцент ОСГН Подопригора Игнат Валерьевич
<b>Социальная ответственность</b>	Старший преподаватель ООД Атепаева Наталья Александровна
<b>Иностранный язык</b>	Старший преподаватель ОИЯ Соколова Эльвира Яковлевна
<b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b>	
Обзор литературы	

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

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Леонов Андрей Петрович	К.Т.Н., ДОЦЕНТ		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ74	Лебедев Егор Владимирович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА**

## «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5ГМ74	Лебедев Егор Владимирович

<b>Школа</b>	Инженерная школа энергетики	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	Отделение электротехники и электроэнергетики
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Капитальные вложения в исследование – 1200 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	15% - доплаты и надбавки; 12% - дополнительная заработная плата; 30% - районный коэффициент; 16% - накладные расходы.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	28 % отчисления на социальные нужды

### Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	SWOT-анализ
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работы; - определение трудоёмкости работы; - разработка графика Ганта.
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Формирование бюджета затрат на научное исследование: - материальные затраты на два метода исследования; - заработная плата (основная и дополнительная); - отчисления на социальные цели; - накладные расходы.
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности

### Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. График проведения и бюджет НТИ
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

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

Задание выдал консультант:

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН	Подопригора Игнат Валерьевич	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
5ГМ74	Лебедев Егор Владимирович		

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

## «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
5ГМ74	Лебедеву Егору Владимировичу

<b>Школа</b>	Инженерная школа энергетики	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Отделение электротехники и электроэнергетики
<b>Уровень образования</b>	Магистр	<b>Направление/специальность</b>	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Тема ВКР:

Разработка технологического участка высоковольтных испытаний силовых кабелей на среднее и высокое напряжение.	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочая зона - испытательная станция кабельных изделий.  Объект исследования - технологический участок высоковольтных испытаний силовых кабелей.  Области его применения – производство кабельных изделий.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследуемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	-Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) .  -ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
<b>2. Производственная безопасность:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отклонение показателей микроклимата;</li> <li>– Превышение уровня шума;</li> </ul>

2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	– Недостаточная освещенность рабочей зоны в отсутствие или недостаток естественного света; – Повышенный уровень электромагнитных излучений; – Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.
2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– Выделение токсичных веществ в атмосферу; – Наличие твёрдых отходов, которые негативно влияют на литосферу.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	– выбор типичной ЧС – пожар. • разработка мер по предупреждению ЧС; • разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.

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

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Атепаева Наталья Александровна	Старший преподаватель		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5ГМ74	Лебедев Егор Владимирович		

## Оглавление

<b>РЕФЕРАТ</b> .....	8
<b>1.Обзор литературы</b> .....	9
1.1 Конструкции СК с резиновой изоляцией на 10 кВ.....	9
1.2 Технология изготовления кабелей на КГпЭ 10 кВ.....	15
1.2.1 Линия волочения ММН 121 Niehoff.....	16
1.2.2 Скрутка.....	18
1.2.3 Изолирование.....	21
1.2.4 Наложение оболочки .....	25
1.3 Испытательная станция .....	27
1.3.1 Назначение испытательной станции.....	27
1.3.2 Описание испытательной станции.....	27
1.4 Методика для испытания кабелей и правила приемки.....	31
1.4.1 Правила приемки.....	31
1.4.2 Приемосдаточные испытания.....	31
1.4.3 Периодические испытания.....	32
1.4.4 Проведение испытаний.....	33
<b>2.Экспериментальная часть</b> .....	43
2.1 Разработка и модернизация испытательной станции и методики для испытания кабелей.....	43
2.2 Устройство и принцип работы.....	47
2.3 Требование к персоналу, обслуживающему испытательной станции .....	49
2.4 Порядок испытаний .....	52
2.5 Мероприятия по модернизации данной станции для добавления возможности испытания кабелей 35кВ.....	54
<b>.3.Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b> .....	60
3.1. SWOT-анализ проектировки испытательной лаборатории.....	60
3.2 Организация работ технического проекта.....	63
3.2.1 Структура работ в рамках технического проектирования.....	63
3.2.2 Определение трудоемковывполненияТП.....	64
3.2.3 Разработка графика проведения технического проекта.....	67
3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП.....	69
3.3.1. Расчет материальных затрат.....	69
3.3.2 Расчёт затрат на оборудование.....	70
3.3.3. Расчет полной заработной платы исполнителей тем.....	71
3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	73
3.3.5. Накладные расходы.....	74

3.3.6. Формирование бюджета затрат ТП.....	75
3.3.7.Определение ресурсоэффективности проекта.....	76
<b>4.Социальная ответственность Безопасности.....</b>	<b>78</b>
4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства.....	78
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	79
4.2.Производственная безопасность.....	79
4.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объектов исследования и которые могут возникнуть при проведении исследований.....	79
4.2.2 Отклонение показателей микроклимата.....	81
4.2.3 Превышение уровня шума.....	82
4.2.4. Повышенный уровень электромагнитных излучений.....	82
4.2.5 Недостаточная освещенность рабочей зоны и отсутствие или недостаток естественного света.....	83
4.2.6 Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.....	84
4.3 Отклонение показателей микроклимата.....	87
4.3.1 Превышение уровня шума.....	87
4.3.2.Недостаточная освещенность рабочей зоны и отсутствие или недостаток естественного света.....	87
4.4.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека.....	89
<b>Список литературы.....</b>	<b>91</b>
<b>Power Cable Testing and Diagnostics Overview.....</b>	<b>96</b>

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа с. 107, рис. 8, табл. 19, источников 33, 1 приложение. Ключевые слова: кабель, напряжение, испытательная станция, изоляция, испытательное поле, методика, трансформатор, технология.

Объектом исследования является испытательная станция силовых кабелей на среднее напряжение.

Целью работы является разработка технологического участка высоковольтных испытаний силовых кабелей на среднее и высокое напряжение.

В процессе работы было исследовано: методика проведения испытания кабелей на среднее и высокое напряжение, устройство испытательной лаборатории.

В результате работы был разработан проект технического решения по модернизации данной испытательной лаборатории для работы с более высоким напряжением.

Область применения: электроэнергетика и электротехника.

## 1. Обзор литературы

### 1.1 Конструкции СК с резиновой изоляцией на 10 кВ.

#### Технические требования

Кабели должны изготавливаться в соответствии с требованиями технических условий по технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

В качестве исследуемого образца был выбран кабель марки КГпЭТ – 10 3x50 + 1x16 + 1x10.

Кабель силовой гибкий с резиновой изоляцией, в резиновой оболочке, с экранами из электропроводящей резины, со вспомогательной жилой с изоляцией из полипропилена или резины, повышенной нагревостойкости. Преимущественные области применения: для экскаваторов, передвижных механизмов или электроустановок, драг и других наводных сооружений в сетях, оборудованных аппаратурой автоматического отключения при однофазном замыкании на землю, работающих при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 50 С и относительной влажности 98%. Исполнение КГпЭТ также предназначен на повышенные токовые нагрузки.

Для данного кабеля:

Таблица 1 - Номинальные сечения жил и наружный диаметр кабелей

Число и номинальное сечение жил, мм <sup>2</sup>			Номинальный наружный диаметр кабелей марок, мм		
основных	заземления	вспомогательно й	КГпЭ, КГпЭТ, КГпЭ2	КГпЭНШ, КГпЭ1	КГпЭТБШ
3x5 0	1x1 6	1x10	53, 9	51, 9	53, 9

Настоящие технические условия распространяются на кабели силовые гибкие на напряжение 10 кВ, предназначенные для присоединения

экскаваторов и других передвижных механизмов или электроустановок при открытых горных работах, к электрическим сетям с изолированной нейтралью при номинальном напряжении переменного тока номинальной частоты 50 Гц основных жил – 10 кВ, вспомогательной - 0,38 кВ.

Климатическое исполнение кабелей марки КГпЭТ-10 – У категории размещения 1 по ГОСТ 15150. Кабели должны соответствовать требованиям ГОСТ 31945.

Для кабелей с оболочкой светлого (желтого, оранжевого) цвета к марке кабеля после основных букв добавляют букву «ц».

Верхнее отклонение от номинального наружного диаметра –  $0,1 D$ , где  $D$  – номинальный наружный диаметр кабеля. Нижнее предельное отклонение не нормируется.

Строительная длина кабелей должна быть не менее 200м. По согласованию с заказчиком допускается сдача кабелей другими строительными длинами.

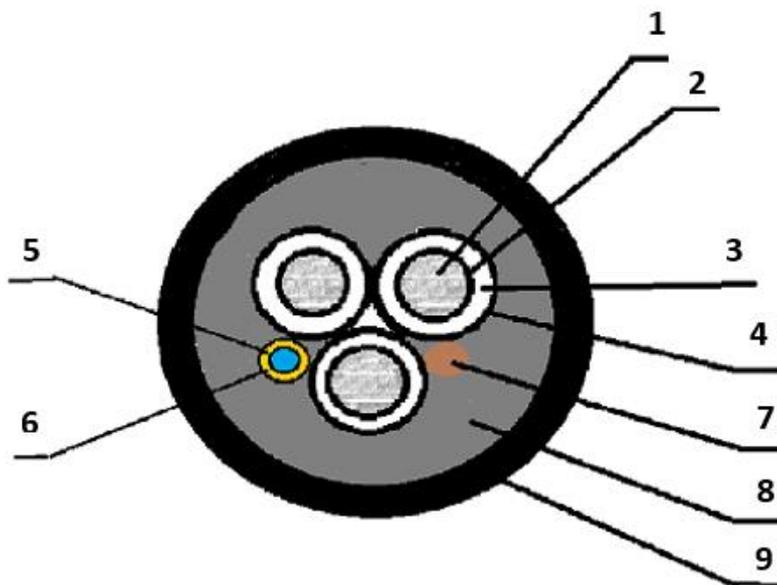


Рисунок 1 - Конструкция кабеля марки КГпЭТ-10

1-основная жила; 2-внутренний экран основной жилы; 3-изоляция основной жилы; 4-наружный экран основной жилы; 5-вспомогательная жила; 6-изоляция вспомогательной жилы; 7-жила заземления; 8-внутренняя оболочка  
9-внешняя оболочка

Токопроводящие жилы кабелей должны быть изготовлены из медной проволоки, соответствовать ГОСТ 22483 и быть не ниже класса 5.

Жила заземления кабелей должна быть изготовлена из медной проволоки луженой оловом или покрытой оловянно-свинцовым припоем с номинальным содержанием олова не менее 40%. Допускается изготавливать жилу из непокрытой медной проволоки.

Вспомогательная жила с резиновой изоляцией должны быть скручена из стренг вокруг сердечника из синтетических нитей с шагом скрутки не более  $5d_{вж}$ , где  $d_{вж}$  – диаметр вспомогательной жилы.

Поверх основных токопроводящих жил кабелей должны быть последовательно наложены внутренний экран из электропроводящей резины, резиновая изоляция, наружный экран из электропроводящей резины.

Поверх основных токопроводящих жил кабелей перед наложением внутреннего экрана допускается наложение одного слоя синтетической пленки с зазором 3 — 4 мм.

Внутренний электропроводящий экран должен отделяться от жилы и не оставлять следов на ее поверхности. В зоне зазора пленки допускается наличие следов внутреннего экрана на поверхности жилы и отсутствие сквозных повреждений экрана. Допускается разрушение синтетической пленки.

Изоляция основных жил должна плотно прилегать к электропроводящим экранам. Разрывы экранов из электропроводящей резины, отслоение экранов от изоляции не допускаются. На вспомогательную жилу должны быть наложены слой синтетической плёнки и изоляция из блок-сополимера этилена с пропиленом (сополимера пропилена) или из резины.

Номинальная толщина изоляции основных и вспомогательных жил, внутреннего и наружного экранов основных жил должны соответствовать значениям, указанным в таблице 2.

Нижнее предельное отклонение от номинальной толщины изоляции должно быть не более (0,1 + 0,1 б) мм, наружного электропроводящего

экрана — не более 0,3 б мм, где б—номинальная толщина.

Минимальная

толщина внутреннего электропроводящего экрана - 0,2 мм.

Верхнее предельное отклонение толщины не нормируется.

Таблица 2 - Номинальные значения толщин изоляции и экрана

Номинальное сечение жилы, мм <sup>2</sup>	Номинальная толщина, мм		
	изоляция		внутреннего и наружного экранов основных жил
	основных жил	вспомогательной жилы	
25-150	6,0	-	0,8

На жилу заземления кабелей изоляцию не накладывают. Допускается изготовление жилы заземления с обмоткой электропроводной лентой или оболочкой из электропроводящей резины номинальной толщиной 1,2 мм. Верхнее и нижнее отклонение не нормируется.

Изоляция вспомогательной жилы не должна быть черного цвета. Основные, вспомогательная жилы и жила заземления кабелей должны быть скручены.

Шаг скрутки жил в кабель не более 12 номинальных наружных диаметров по скрутке. Направление скрутки — правое. Допускается поверх скрученных жил обмотка лентой из электропроводящего материала или синтетической пленки.

Допускается применение сердечника и заполнителей. Конструкция и материалы сердечника и заполнителей должны быть указаны в технологической документации, утвержденной в установленном порядке.

Поверх скрученных жил должна быть наложена двухслойная резиновая оболочка с внутренним слоем из электропроводящей резины.

Номинальная толщина оболочки должна соответствовать значениям, указанным в таблице 3.

Толщина наружного слоя должна быть не менее 70 % от общей толщины оболочки.

Таблица 3 - Толщина оболочки

Номинальное сечение основной жилы, мм <sup>2</sup>	Номинальная толщина двухслойной оболочки, мм
35-50	5,0

Нижнее предельное отклонение от номинальной толщины оболочки -  $(0,1+0,15b)$  мм, где  $b$ -минимальная толщина оболочки. Верхнее предельное отклонение толщин не нормируется.

При изготовлении кабелей с индивидуальными экранами из электропроводящей резины типа РЭМ-1 допускается наложение однослойной или двухслойной оболочки из шланговой резины.

В поперечном сечении кабелей однослойная оболочка или наружный слой двухслойной оболочки в пределах минимальной радиальной толщины, отсчитанной от внешней поверхности, не должны иметь пор, видимых без применения увеличительного прибора.

Неровности на оболочке не должны превышать 2,0 мм при сохранении толщины оболочки в пределах допустимых отклонений.

В поперечном сечении кабеля должны быть практически круглой формы. Разность между максимальным и минимальным значениями диаметра по оболочке, измеренными во взаимно перпендикулярных направлениях одного сечения, не должна превышать 15 % номинального наружного диаметра.

Жилы кабелей при разделке должны отделяться друг от друга и от оболочки без повреждения экранов и оболочки.

#### Требования к электрическим параметрам

Электрическое сопротивление токопроводящих жил постоянному току пересчитанное на 1 км длины кабеля и температуру 20 С должно

соответствовать ГОСТ 22483, вспомогательных жил с резиновой изоляцией номинальным сечением 6 мм<sup>2</sup> - 4,0 Ом и 10 мм<sup>2</sup> — 2,7 Ом.

Экранированная основная жила должна выдерживать испытание напряжением переменного тока номинальной частоты 40 Гц 25кВ.

Готовые кабели должны выдерживать испытание напряжением переменного тока номинальной частотой 50 Гц:

25 В - для основных жил,

2 кВ - для вспомогательной жилы.

Напряжение возникновения частичных разрядов экранированных основных жил не должно быть менее 12 кВ, напряжение прекращения разрядов - менее 10 кВ.

Электрическое сопротивление изоляции основных жил, пересчитанное на 1 км длины кабеля и температуру 20 °С, должно быть, МОм, не менее:

200 - для кабелей марки КГпЭТ-10;

75-для кабелей марок КГпЭ-10, КГпЭ-Т-10, КГпЭ-ХЛ-10.

Электрическое сопротивление экранов кабелей постоянному току при температуре 20 °С не должно быть более 300 Ом.

Токовые нагрузки кабелей при длительно допустимой температуре на токопроводящих жилах и температуре окружающей среды 25 °С указаны в качестве справочного материала в приложении Д.

## **1.2 Технология изготовления кабелей на КГпЭ 10 кВ**

Для наглядности технологического процесса изготовления кабеля марки КГпЭТ-10 приведена блок-схема с учетом прохождения каждого этапа производства.

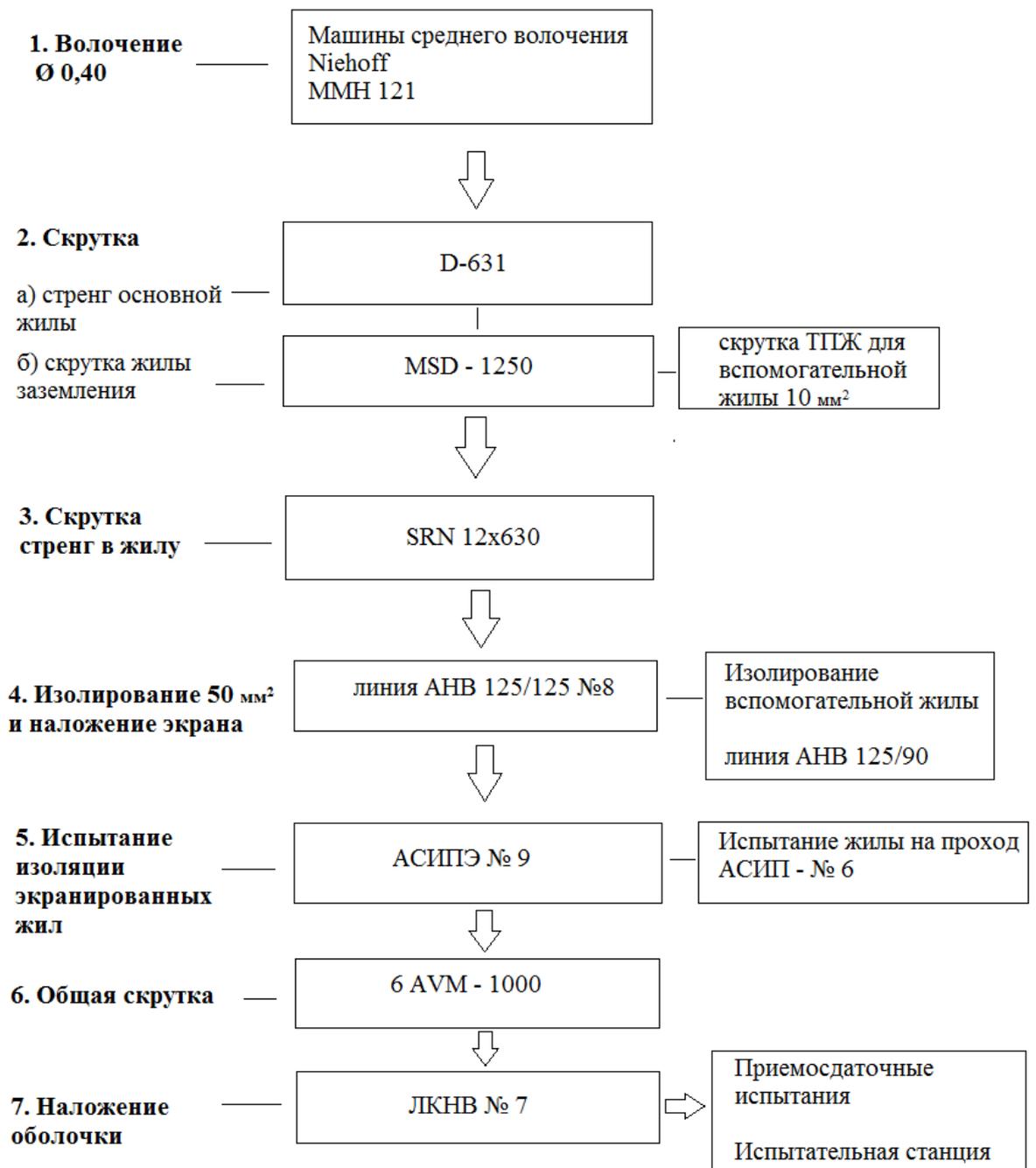


Рисунок 2 Блок-схема с учетом прохождения каждого этапа производства КГпЭТ-10

### 1.2.1 Линия волочения ММН 121 Niehoff

#### Техническое описание

Состоит из волочительной машины ММН121, приставки отжига RM201 и намоточного устройства S631. Принципиальная схема линии волочения представлена на рисунке 1.

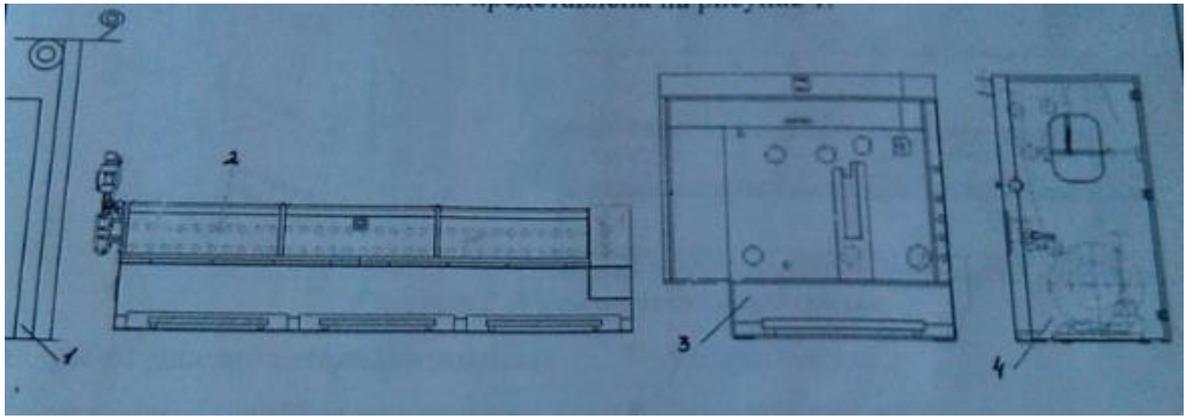


Рисунок 3 -Принципиальная схема линии волочения ММН121

- 1 – отдающая стойка
- 2 - волочильная машина
- 3 – приставка отжига
- 4 – приемное устройство

Волочильная машина и приставка отжига смонтированы в одной шумоизолирующей кабине, разделенной на две части: рабочую зону и зону обслуживания.

Волочильная машина ММН121 включает в себя:

- волочильный стан;
- привод;
- систему снабжения эмульсией волочения с охлаждением (теплообменник) и фильтрацией (фильтрующая установка);
- систему централизованной циркуляционной масляной смазки редуктора;
- механические муфты;
- устройство острения проволоки

Волочильный стан (2) работает по принципу волочения со скольжением. Тридцать восемь одноступенчатых барабанов расположены в два ряда. Между тяговыми барабанами находятся подвижные волокодержатели. Каждая волока и тяговый барабан омывается и охлаждается эмульсией. Под волочильным пространством расположена ванна для слива эмульсии.

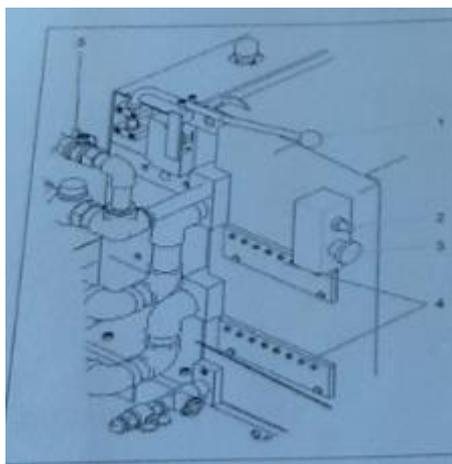


Рисунок 4 - Схема волочильного станка

### 1.2.2 Скрутка

Осуществляется на однорамочной крутильной машине двойной скрутки D-631 фирмы Niehoff.

Крутильная машина двойной скрутки D-631 предназначена для скрутки токопроводящих жил и стренг из проволок диаметром от 0,05 до 0,30 мм. Максимальное поперечное сечение скрученной жилы 6,0 мм<sup>2</sup>.

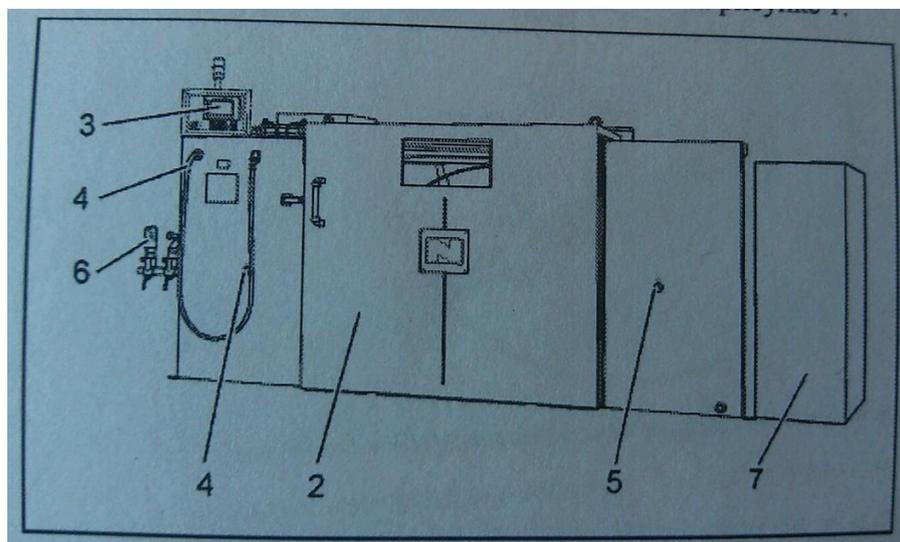


Рисунок 5 - Схема линии скрутки

- 1- отожженная медная проволока
- 2- звукоизолирующая кабина
- 3-пульт управления
- 4-пневмооборудование

5-устройство смазки

6-распределительная розетка

7-распредшкаф

Машина двойной скрутки типа MSD-1250 предназначена для скручивания токопроводящих жил пучковой скруткой и изолированных жил, жил телефонных кабелей с заданным шагом скрутки в сердечник или главный пучок, а также для обмотки скрученных жил синтетической пленкой, скрепляющей нитью.

### Техническое описание машины

Машина состоит из вращающейся вокруг неподвижной люльки направляющей рамы. В люльке расположено двушківное желобчатое тяговое устройство, раскладочное устройство, опора и привод приемного барабана.

Тяговое устройство представляет собой двушківный желобчатый вытяжной механизм и снабжено 32-х ступенчатой коробкой передач для установки шага скрутки. Тяговое устройство оборудовано приводной тяговой шайбой с четырьмя желобами и второй шайбой, состоящей из четырех отдельно установленных шкивов.

Раскладочное устройство оснащено вариатором, обеспечивающим шаг раскладки.

Привод приемного барабана и раскладочного устройства осуществляется от тягового устройства через предохранительно фрикционную муфту.

у опоры барабана имеются карманы, предотвращающие провал барабана при заправке его и облегчающие установку приемного барабана.

ввод пинолей в барабан, а также регулировка скорости вращения барабана с помощью фрикционной муфты осуществляется трещоточным ключом.

привод машины осуществляется от электродвигателя постоянного тока через клиновидные ремни и трансмиссию.

Остановка машины после ее отключения осуществляется двумя двухколодочными тормозами, укрепленными на станине. Остановка машины происходит в течение 7 секунд.

Машина имеет защитный кожух, состоящий из двух половин задвигающихся одна за другую, Пуск машины возможен только при закрытом кожухе. Качество скрутки можно наблюдать через имеющиеся на уровне глаз окна в защитном ограждении.

Направляющая рама приводится во вращение через цепь от трансмиссии, а привод тягового устройства через закрытую зубчатую пару.

Машина оснащена измерителем длины. Состоящим из мерного колеса, установленного на стойке, датчика и электронного счетчика.

#### Скрутка стренг в жилу

Крутильная машина сигарного типа марки СРН 12х630 предназначена для скрутки:

- 1) ТПЖ медных из проволок диаметром от 2,26 до 3,56 мм. и стренг.
- 2) ТПЖ алюминиевых жил из проволок диаметром от 2,26 до 4,5 мм.
- 3) Изолированных жил
- 4) Сердечника из стальной оцинкованной проволоки марки МС диаметром от 1,85 до 2,80 мм.

Максимальный диаметр скрученного изделия должен быть равен 25 мм.

#### Техническое описание

Машина состоит из следующих узлов:

- отдающего устройства;
- вращающейся части (тела сигары);
- тягового устройства;
- приемного устройства.

Легко регулируемый тормоз обеспечивает подтормаживание катушки по мере входа заготовки.

Тело сигары (ротор) состоит из шести динамически уравновешенных секций, соединенных между собою фланцевыми соединениями. В каждой секции ротора расположены две люльки.

Ротор вращается на расположенном в основной стопке радиально-сферическом ролике - подшипнике и на роликах из прессованного материала, вращающихся на подшипниках качения.

### **1.2.3 Изолирование**

Агрегат непрерывной вулканизации (АНВ), линии кабельной непрерывной вулканизации (ЛКНВ) предназначены для наложения изоляции, экрана и оболочек.

Агрегат АНВ-125 (№8) применяется для наложения изоляции на ТПЖ сечением от 10 мм<sup>2</sup> до 120 мм<sup>2</sup> включительно, а также для наложения оболочки на скрученные провода и кабели с сечением основных жил от 0,75 мм<sup>2</sup> до 35 мм<sup>2</sup>.

#### Материалы и полуфабрикаты

- ТПЖ (медная или алюминиевая);
- Скрученный кабель (провод);
- Резиновая смесь (изоляционная, шланговая, электропроводящая);
- Тальк;
- Ткань прорезиненная невулканизированная;
- Гвозди ГОСТ 4034-63.

#### Техническое описание

Агрегат непрерывной вулканизации состоит из следующих основных узлов:

- Отдающих устройств
- Червячного пресса
- Входного или заправочного телескопического затвора
- Вулканизационной камеры

- Промежуточного (парового) затвора
- Охлаждающего устройства
- Водяного выходного затвора
- Тягового устройства
- Прибора для контроля диаметра кабеля
- Измерителя длины кабельного изделия с выносным электронным счетчиком;
- ЗАСИ – звукочастотного аппарата сухого испытания
- Талькирующего устройства
- Маркирующего устройства
- Приемного устройства

Отдающее устройство представляет собой приспособление, где барабан крепится на двух цилиндрических полуосях с конической заточкой (пиноли), входящих с обеих сторон в осевое отверстие барабана. Подъем и опускание барабана производится с помощью гидропривода. На одной из пинолей имеется рычаг с поводковым пальцем, входящим в зацепление с барабаном. Торможение отдающего барабана обеспечивается ленточным тормозом, находящимся на той же пиноли, где расположен рычаг с поводковым пальцем. Одна пиноль, несущая рычаг с поводковым пальцем, не имеет осевого перемещения. Вторая пиноль- выдвигная, перемещающаяся в осевом направлении, и снабжена стопорным приспособлением для фиксации пиноли во время работы. Данное отдающее устройство позволяет установить барабаны с диаметром щеки до 1000 мм.

Червячный пресс предназначен для наложения резиновой изоляции на токопроводящую жилу или оболочки на провода и кабели. Червячный пресс состоит из корпуса, головки, червяка (шнека) и электродвигателя с редуктором.

Питание червячного пресса производится:

-резиновой смесью предварительно разогретой на вальцах.

Корпус червячного пресса представляет собой цилиндр, в который вставлена стальная втулка с винтовой нарезкой. В пространство между цилиндром и втулкой по винтам нарезки подается пар или вода для подогрева или охлаждения цилиндра.

Во втулке находится стальная термообработанная сторона, внутри которой перемещается двухзаходный червяк(шнек).

Червяк служит для подачи с одновременным перемешиванием и пластикацией резиновой смеси от загрузочного отверстия в головку пресса.

Вулканизационная камера предназначена для вулканизации резиновых смесей( изоляции, экрана, оболочки) паром давлением до 10 кПа после выхода ее из головки червячной машины. Камера состоит из секций. Длина каждой секции 6 м. В начале расположен патрубок подводящего паропровода, в конце – конденсационный горшок для отвода конденсата.

Талькирующее устройство предназначено для нанесения слоя талька на изолированную жилу, с обеспечения улучшенного скольжения на последующей технологической операции( скрутка жил в кабель).

### Испытание изоляции экранированных жил

Аппарат АСИПЭ-20М (№ 9) предназначен для сухого испытания электрической прочности изоляции с наружным токопроводящим экраном с одновременным отысканием места пробоя.

#### Техническая характеристика

Диапазон испытываемых кабелей по сечению жилы от 6 до 120 мм<sup>2</sup>, по удельному электрическому сопротивлению материала экрана от 10 Ом и выше.

Аппарат подключается к сети трехфазного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц. Схема электропривода обеспечивает предварительное натяжение испытываемого кабеля и пуск на пониженной скорости. Электрический контакт с экраном движущегося кабеля осуществляется через

металлический поворотный ролик. Жила кабеля присоединяется к токосъемным устройствам на осях. На раскладочных приемоотдающих устройствах установлены подпружиненные металлические скобы для обеспечения надежного контакта экрана кабеля с заземленными частями раскладчика.

Операция испытания изолированных жил проводов, кабелей напряжением на аппаратах сухого испытания типа АСИП-20 (№ 6) предназначены для проверки качества изоляции.

#### Техническое описание оборудования

Для испытания необходимо следующее оборудование:

- отдающее устройство;
- аппарат АСИП-20;
- измеритель длины;
- приемное устройство.

Аппарат представляет собой металлический корпус, внутри которого установлена испытательная секция, трансформатор, автотрансформатор, блок сигнализации.

#### Общая скрутка

Крутильная машина общей скрутки типа 6AVM-1000 предназначена для скрутки изолированных жил с заданным шагом скрутки, сердечник или главный пучок, а также для обмотки скрученных жил синтетической пленкой, скрепляющей нитью, наложения поясной изоляции и экрана методом обмотки.

#### Техническое описание машины

Крутильная машина смонтирована на опорной раме и состоит из следующих основных узлов:

- отдающее устройство;
- фонарь;

- лентообмотчик;
- нитеобмотчик;
- тяговое устройство;
- калибродержатель;
- приемное устройство.

Рама машины, имеющая форму прямоугольника, установлена на фундаменте. Фонарь машины состоит из полого вала и двух секций, образованных тремя дисками. Диски опираются на опорные ролики. В каждой секции фонаря располагаются по три люльки, в которые устанавливаются барабаны с заготовками, подлежащими скрутке.

#### **1.2.4 Наложение оболочки**

Линия ЛКНВ 160/125 (№7) предназначена для наложения оболочек ( в том числе двухслойных) на кабели, провода с диаметром заготовки от 25- дл 70 мм.

Состоит из следующих узлов:

- отдающее устройство;
- талькирующее устройство;
- червячных машин с диаметром шнеков от 160 до 125 мм.;
- заправочной камеры;
- вулканизационного устройства;
- промежуточного затвора;
- концевого затвора;
- охлаждающего устройства;
- тягового устройства;
- резательного устройства;
- лазерного измерителя диаметра кабеля;
- измерителя длины кабеля;
- приемного устройства;

- бака;
- насосной станции;
- станции регулирования температуры;
- пульта управления.

## **3.2 Испытательная станция**

### **1.3.1 Назначение испытательной станции**

Испытательная станция является структурным подразделением отдела технического контроля (ОТК), службы качества (СК).

Основными ее целями и задачами являются:

Испытание кабельной продукции изготовленной цехами предприятия, предотвращение выпуска кабельной продукции не соответствующей нормативной документации по электрическим испытаниям, оформление соответствующей документации, удостоверяющей качество по электрическим испытаниям.

### **1.3.2 Описание испытательной станции**

В состав испытательной станции ОТК входят:

- станция № 1, № 2 в цехе №3.
- станция № 3, № 4 в цехе №6.
- станция № 5 в цехе №40.
- станция № 6 ЭОП.

Станции состоят из:

- испытательного поля;
- измерительного помещения;
- трансформаторного помещения.

#### Испытательное поле

Испытательным полем является огороженная территория, на которой устанавливаются кабельные изделия для проведения испытаний. Испытательные поля имеют постоянные смешанные ограждения в виде металлической решетки сетки рабицы.

Расстояние между прутьями решетки не более 25мм, размер сетки рабицы не более 25х25мм. Высота ограждений не ниже 1,8 м. На внутренней стороне ограждения находятся заземляющие крюки для подключения

рабочего заземления испытываемой продукции, проведены провода от измерительных приборов и прозвоночного устройства. С наружной стороны ограждения вывешены предупреждающие плакаты «Испытание опасно для жизни»

### Измерительное помещение

Измерительным помещением называется помещение, расположенное рядом с испытательным полем, предназначенное для безопасного наблюдения за процессом высоковольтных испытаний на испытательном поле.

В измерительном помещении находятся:

- Шкаф силовой (ШС) высоковольтной установки (ВУ);
  - разъединитель с видимым разрывом, связанный с первичной обмоткой автотрансформатора;
  - пульт управления ВУ;
  - средства измерения;
  - средства пожаротушения (углекислотный огнетушитель);
- медицинская аптечка;
- комплект проверенных и испытанных средств защиты от действия электрического тока (диэлектрические перчатки, диэлектрические боты, коврики, штанга оперативная);
  - техническая документация на продукцию;
  - методы электрических испытаний кабелей, проводов и шнуров.

Пульт управления ВУ снабжен сигнальными лампами, включенными в Цели автотрансформатора и эл. блокировки дверей. На пульте управления ВУ расположены измерительные приборы, кнопка звуковой сигнализации, кнопки Управления, которые снабжены надписями, указывающими их назначение и положение.

Высоковольтный переключатель снабжен концевыми

переключателями для распределения высокого напряжения по испытательным полям.

Измерительные помещения расположены таким образом, что испытательные поля, двери ограждений, аншлаги находятся в зоне видимости с пульта управления ВУ. Все двери выхода на испытательное поле снабжены эл. блокировкой.

### Трансформаторные помещения

Трансформаторным помещением называется помещение, в котором находится высоковольтное испытательное электрооборудование станции, углекислотный огнетушитель. Входные двери снабжены электрической блокировкой и закрыты на механический замок. Вход монтажникам и контролерам испытательных станций в трансформаторное помещение запрещен.

Электрооборудование испытательной станции:

- автотрансформаторы АОСК - 25/0,5; АОМКТ - 100/0,5; РОТ 100/0,5; РОТ - 25/0,5;
- силовые трансформаторы ОМ 33/35; ОМ 66/35; ОМ 66/22; ОМ-20
- трансформаторы напряжения НОМ - 35; НОМ - 10; ЗНОМ - 20; НОМ - 6;
- трансформаторы тока ТК 400/5; ТК-40П 300/5; ТКМ 200/5;

Электрические блокировки ограждений испытательного поля, дверей измерительных, трансформаторных помещений должны удовлетворять следующим требованиям:

- при открывании дверей должно полностью сниматься напряжение с испытательного поля;
- при открытых дверях невозможна подача напряжения на испытательное поле

В цепи питания испытательной станции должно быть не менее двух разрывов, в том числе один видимый.

Ограждения, баки, кожухи трансформаторов, корпуса автотрансформаторов, средства измерения должны быть надежно заземлены. Расстояние от испытываемых изделий до ограждения испытательного поля должно быть не менее 0,6 м.

Расстояние между рядами испытываемых изделий должно быть не менее 1 м.

## 1.4 Методика для испытания кабелей и правила приемки

### 1.4.1 Правила приемки

Правила приемки кабелей должны соответствовать ГОСТ дополнениями, изложенными в настоящем разделе.

Для проверки соответствия качества кабелей требованиям на них технических условий установлены следующие категории испытаний.

- приемосдаточные;
- периодические;
- типовые.

### 1.4.2 Приемосдаточные испытания

Кабели предъявляют к приемке партиями объемом до 10 км. За партию принимают количество кабелей одного макроразмера, одновременно предъявляемое к приемке.

Время выдержки кабелей после изготовления в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150 до предъявления к приемке должно быть не менее 16 ч. Допускается время выдержки кабелей менее 16 ч, при условии соответствия результатов приемосдаточных испытаний требованиям настоящих технических условий. Состав испытаний, деление состава испытаний на группы, должны соответствовать указанным в таблице 4.

Таблица 4 - Состав испытаний

Группа испытаний	Вид испытания или проверки	Пункт	
		Технические требования	Методы контроля
С-1	Проверка конструктивных размеров	1 1.3.1-1.3.7.	4.2.1-4.2.3
С-2	Испытание напряжением основной жилы	1.4.2.	4.3.2.
С-3	Определение эл. сопр. ТПЖ	1.4.1.	4.3.1.

С-4	Испытание напряжением готового кабеля	1.4.3.	4.3.3.
С-5	Определение эл.сопр. изоляции	1.4.5.	4.3.1.
С-6	Определение эл.сопр. Экранов	1.4.6.	4.3.1.
С-7	Проверка маркировки и упаковки	1.8.1.-1.8.5. 1.9.1-1.9.6.	4.7.1.

### 1.4.3 Периодические испытания

Периодические испытания проводят на кабелях, прошедших приемосдаточные испытания.

Состав испытаний, деление состава испытаний на группы, должны соответствовать указанным в таблице 5.

Таблица 5 - Состав испытаний

Группа испытаний	Вид испытания или проверки	Пункт	
		Техн.треб.	Методы контроля
П-1	Испытание на возникновение и кращение ЧР основных жил	1.4.4.	4.3.4.
П-2	Испытание на стойкость к намотке-размотке на барабан или изгибу	1.5.1.	4.4.1.
П-3	Испытание на стойкость к воздействию повышенной температуры окр. среды	1.6.2.	4.5.2.
П-4	Испытание на стойкость к воздействию пониженной температуры окр.среды	1.6.3.	4.5.3.

П-5	Испытание изоляции на озоностойкость	1.6.4.	4.5.4.
П-6	Проверка прочности маркировки	1.8.3.	4.5.4.

Испытания по группам проводят один раз в 12 мес.

#### **1.4.4 Проведение испытаний**

##### Прозвонка кабельных изделий на обрыв

Каждая токопроводящая жила верхнего конца кабеля, провода, шнура прозванивается по отношению ко всем жилам нижнего конца. При этом должна загораться лампочка на 36В прозвоночного трансформатора. Если лампочка не загорелась, значит в данной жиле обрыв.

##### Прозвонка кабельных изделий на замыкание

Каждая жила верхнего конца кабеля, провода, шнура прозванивается по отношению ко всем остальным жилам этого конца и броне (жилы нижнего конца разведены). Если между жилами или между жилой и броней есть замыкание, то должна загораться лампочка прозвоночного трансформатора.

В целях обнаружения обрывов или замыканий ТПЖ используется прозвоночное устройство, которое состоит из понижающего трансформатора 220/36В (в целях безопасности один вывод первичной и вторичной обмоток заземлены), индикаторной лампы на 36В и кабеля ПРС или ПВС 2х0,75.

Допускается производить прозвонку при помощи устройства, которое состоит из элемента питания (батарейки 4,5В) и светодиода. Перед началом работ по прозвонке ТПЖ кабеля необходимо проверить работоспособность устройства, для чего необходимо замкнуть контакты между собой, при этом должна загореться лампочка или светодиод.

Испытание кабелей, проводов, шнуров переменным напряжением по ГОСТ 2990-78.

Испытанию должны быть подвергнуты кабельные изделия, не имеющие видимых наружных повреждений.

При испытании напряжением изоляции кабельных изделий одна жила или группа электрически соединенных жил (многожильных изделий) должна быть соединена с выводом высокого напряжения испытательной установки при помощи провода с зажимом типа «крокодил». Допускается подсоединять жилы к выводу высокого напряжения натянутым неизолированным проводником диаметром не менее 0,4 мм. путем скрутки вокруг ТПЖ, при этом неизолированный проводник не должен касаться земли или заземленных предметов. Другая жила или группа жил, а также общая металлическая оболочка, экран, броня должны быть соединены электрически между собой и с местом заземления также при помощи неизолированного проводника диаметром не менее 0,4мм. методом скрутки. При наличии в кабеле одной или нескольких заземляющих или нулевых жил, последние должны быть соединены с местом заземления, если в нормативно – технической документации на кабельные изделия не указано, что эти жилы должны быть испытаны тем же напряжением, что и основные. Вспомогательные жилы кабелей испытываются отдельно.

Схемы испытания однофазным переменным напряжением приведены в таблицах 1,2 и 3, а также по ГОСТ 2990-78 «Кабели, провода и шнуры. Методы испытания напряжением». Выбор схемы зависит от конструкции кабельных изделий.

#### Порядок проведения испытания повышенным напряжением

Высоковольтные испытания должен проводить специально обученный персонал, имеющий IV группу по электробезопасности - монтер кабельного производства или контролер кабельных изделий, работающий на испытательной станции (далее производитель работ).

Перед началом испытаний производитель работ обязан проверить наличие и исправность электрозащитных средств.

- Диэлектрические перчатки – проверить дату испытания и последующую дату испытания (срок периодических испытаний 1 раз в 6 мес.). Перед применением проверить, чтобы они не были влажными, не имели повреждений, т.е. на выявление в них сквозных отверстий и надрывов путем сжатия находящегося в них воздуха. При работе в перчатках, их края нельзя подворачивать.

- Диэлектрические боты – проверить дату испытания и последующую дату испытания (срок периодических испытаний 1 раз в 3 года.). Перед применением боты должны быть осмотрены с целью обнаружения дефектов (отслоения облицовочных деталей, посторонних жестких включений, выступления серы).

- Ковры резиновые диэлектрические – в процессе эксплуатации диэлектрические ковры электрическим испытаниям не подвергают. Их отбраковывают при осмотрах. Ковры очищают от грязи и осматривают не реже 1 раза в 6 мес. При обнаружении дефектов (проколов, надрывов и т.п.), их следует заменить новыми.

- Штанга разрядная – проверить дату испытания и последующую дату испытания (срок периодических испытаний 1 раз в 2 года.), проверить отсутствие внешних повреждений, целостность соединения с заземляющим проводом.

Проверить надежность работы световой сигнализации (аншлагов) и эл. блокировок ворот ограждений испытательных полей и дверей измерительных помещений для этого необходимо:

- Убедиться в отсутствии людей на испытательном поле.
- Заземлить высоковольтный вывод.
- Закрыть все ворота ограждений испытательных полей, входные двери в измерительное помещение.

- Включить высоковольтную установку (ВУ), нажав кнопку «Пуск», при этом загорятся аншлаги на ограждениях и в измерительном помещении над выходом.

- Отключить ВУ, нажав кнопку «Стоп».

- Разблокировать одну электроблокировку на входных дверях или воротах. Включить ВУ. Если установка при этом не включается, это свидетельствует об исправности эл. блокировки. В противном случае, выключить ВУ, сообщить начальнику испытательной станции.

- Заблокировать разомкнутую эл. блокировку и разомкнуть следующую, проверить, как описано выше, и т.д.

Работать на испытательной станции при неисправных эл. блокировках, световой или звуковой сигнализации запрещается.

Проверить работоспособность высоковольтной установки для чего необходимо:

- Убедиться в отсутствии людей на испытательном поле.

- Заземлить высоковольтный вывод.

- Закрывать все ворота ограждений испытательных полей, входные двери в измерительное помещение.

- Включить ВУ и плавно поднимать напряжение. При этом стрелка амперметра начнет показывать увеличение тока нагрузки, а стрелка вольтметра будет указывать «0». Это результат исправности ВУ.

- Снизить ток нагрузки до «0», отключить установку и приступить к высоковольтным испытаниям.

- В противном случае, когда напряжение по вольтметру растет, а ток по амперметру остается на нулевой отметке или оба прибора показывают нули, свидетельствует о неисправности ВУ. Отключить ВУ, сообщить о неисправности начальнику испытательной станции.

Проверить наличие и надежность заземления средств измерения с местом заземления указанного знаком.



Перед каждой подачей испытательного напряжения производитель работ должен:

- Удалить с испытательного поля людей, закрыть и заблокировать электрической и механической блокировкой ворота испытательного поля, собрать испытательную схему, убрать все лишние проводники. Проверить правильность сборки схемы и надежность рабочих и защитных заземлений.
- Предупредить персонал, участвующий в испытаниях, о подаче напряжения словами «Подаю напряжение» и, убедившись, что предупреждение услышано снять высоковольтный проводник с места заземления подсоединить его к испытательной схеме.
- Включить разъединитель общего питания испытательной установки с видимым разрывом, дать звуковой сигнал о начале испытаний, нажав кнопку «сигнал», нажать на пульте управления кнопку «пуск».
- При помощи кнопки «выше», плавно поднять напряжение до необходимой величины. Значение испытательного напряжения, а также продолжительность выдержки кабельного изделия под напряжением должны быть указаны в технической документации (технические условия (ТУ), карты эскизов на испытания кабельных изделий).
- После окончания испытаний снизить плавно напряжение испытательной установки до нуля, нажав кнопку «ниже», отключить источник высокого напряжения, нажав кнопку «стоп».
- Выключить разъединитель с видимым разрывом общего питания испытательной установки. Проверить отсутствие напряжения, наложив на испытательную схему разрядную штангу. Заземлить высоковольтный вывод установки. Сообщить персоналу словами «Напряжение снято». Только после этого допускается пересоединять

провода или в случае полного окончания испытания отсоединять их от испытательной установки.

- Оставить заземлённой испытательную схему до измерения электрических характеристик.
- Разомкнуть блокировку ворот ограждений.

При возникновении пробоя изоляции в испытываемом кабеле резко возрастает ток, а напряжение падает до нуля, что соответственно фиксируется амперметром и вольтметром, необходимо отключить высокое напряжение, разрядить токопроводящие жилы дефектного кабеля при помощи разрядной штанги, и отсоединить кабель от схемы испытания;

На ярлыке барабана и в журнале испытаний сделать пометку «замыкание». В случае пробоя изоляции в месте разделки концов кабеля, необходимо произвести повторную разделку и испытание;

Кабельные изделия, прошедшие испытания напряжением, подвергаются дальнейшей проверке в соответствии с требованиями ГОСТа и ТУ.

Барабаны с жилой, не выдержавшие испытания, возвращаются цеху для отыскания мест пробоя и починки изоляции.

#### Испытание высоким напряжением постоянного тока с измерением токов утечки изоляции

(см. инструкцию по эксплуатации установки для определения токов утечки изоляции кабелей для погружных электронасосов).

При проверке работоспособности ВУ постоянного тока тумблер переключения «А» и « $\mu$ А» должен находиться в положении «А». Процесс проверки аналогичен проверке ВУ переменного напряжения.

При испытании постоянным током высокого напряжения кабели заряжаются. Заряженные кабели обладают большим запасом энергии электрического поля. Чем больше длина испытываемого кабеля и чем выше

испытательное напряжение, тем больше запас энергии электрического поля, которая при разряде через тело человека может привести к летальному исходу.

По окончании испытаний необходимо снять емкостное напряжение. Наложить разрядную штангу на испытательную схему и на высоковольтный вывод установки с расстояния не менее 0,6м от испытательной схемы и выводов заряженного кабеля.

Токопроводящие жилы (ТПЖ) и броню оставить заземленными, т.к. после снятия заземления находившегося на ТПЖ в течение нескольких минут напряжение вновь поднимается под влиянием зарядов в толще изоляции до опасного уровня.

### Измерение электрических характеристик

Внимание! Для предотвращения повреждения средств измерений (микроомметры, терраомметры и т.д.) остаточным электрическим напряжением необходимо перед измерением электрических характеристик снять с испытываемого кабельного изделия остаточное электрическое напряжение путём заземления токопроводящих жил и брони на время не менее 10 минут.

При подсоединении и переключении подводящего провода от средства измерения к испытываемому изделию, монтер обязан подавать один короткий сигнал свистком контролеру испытателю о готовности к измерениям.

Контролер испытатель после получения сигнала может включить средство измерения в режим измерения. Зафиксировать показания прибора и подать один короткий звуковой сигнал, при помощи кнопки на пульте управления ВУ, монтеру для дальнейших переключений.

В случаях ошибочных действий (неправильное подсоединение, переключение, неверные показания средств измерений и т. д.), монтер и контролер испытатель обязаны подавать два кратковременных сигнала.

Определение электрического сопротивления изоляции кабелей, проводов и шнуров по ГОСТ 3345-76.

Измерение электрического сопротивления изоляции проводится приборами:

Тераомметр кабельный типа ТК-1, ТомМ-01. Измерения проводят согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации. Подсоединение средств измерения к ТПЖ проводится при помощи изолированного провода с зажимом типа «крокодил».

Определение электрического сопротивления постоянному току токопроводящих жил, кабелей, проводов и шнуров по ГОСТ 7229-76:

Измерения проводят при температуре окружающей среды ( $20 \pm 15$ )<sup>0</sup> С и относительной влажности не более 80 %. Температура окружающей среды должна быть измерена на расстоянии не более 1 м от барабана с кабелем на высоте 1 м от пола.

Перед подключением к измерительной схеме концы жил кабельных изделий должны быть зачищены и изолированы от всех металлических элементов, не входящих в измерительную схему.

Образцы кабельных изделий перед измерением должны быть выпрямлены таким образом, чтобы не произошло изменения площади поперечного сечения жилы, на которой производят измерение.

Время выдержки изделия до измерения электрического сопротивления токопроводящих жил в помещении должно быть не менее 6 часов, допускается выдерживать строительные длины и образцы изделий менее 6 часов, если по результатам измерений электрическое сопротивление удовлетворяет требованиям технических условий на это изделие.

Измерение электрического сопротивления постоянному току токопроводящих жил, кабелей, проводов и шнуров проводится приборами: МО-62,  $\mu$ ОмМ-01м, Р3009, Щ-34. КИС. Измерения проводят согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации. Подсоединение средств измерения к ТПЖ проводится при помощи изолированного провода с

зажимом типа «крокодил» или закрепленных на проводах плоскогубцев или струбцин.

Определение электрического сопротивления полупроводящих экранов по ГОСТ 17492 – 72.

Измерения должны проводиться при температуре  $20 \pm 15^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 90%.

Измерение электрического сопротивления должно производиться на каждой жиле кабеля по одному разу на каждом конце. Повреждение жилы производят в радиальном направлении перпендикулярно оси кабеля на расстоянии не менее 10 мм от конца оболочки или ее надреза стальной иглой диаметром  $2,5 \pm 0,1$  мм с углом заточки  $30^{\circ}$ . Глубина проникновения стальной иглы должна быть равна расстоянию от поверхности оболочки кабеля до центра повреждаемой жилы.

Отсчет показаний приборов должен производиться не более чем через 1 мин. после повреждения при фиксированном положении иглы в кабеле и токе в измерительной цепи, равном 5 мА. Величина электрического сопротивления экранов измеряется прибором СП-1. Подводящий изолированный провод, от измерительного прибора, подключается к поврежденной и заземляющей жилам кабеля при помощи зажимов типа «крокодил».

Измерения проводят согласно техническому описанию и инструкции по эксплуатации утвержденной техническим директором ЗАО «Сибкабель» 17.12.1999г.

Определение электрической емкости по ГОСТ 27893-88.

При измерении электрической емкости, измеряемая цепь должна подключаться непосредственно к зажимам (типа «крокодил») средства измерения. Противоположный конец измеряемой цепи должен быть разомкнут. Экраны должны быть заземлены. Рабочая емкость пары должна измеряться между токопроводящими жилами, принадлежащими к одной паре,

причем измерительное напряжение должно быть приложено к измеряемой паре симметрично по отношению к экрану.

Измерение электрической емкости проводится приборами: Е7-20., ИРК-ПРО20 согласно техническим описаниям и инструкциям по эксплуатации. Перед измерением необходимо снять статическое напряжение при помощи разрядной штанги. Измерение емкости кабеля непосредственно после его испытаний высоким напряжением запрещается, т.к. может привести к серьезным повреждениям прибора остаточным напряжением.

## 2. Экспериментальная часть

### 2.1 Разработка и модернизация испытательной станции и методики для испытания кабелей

#### Назначение

Испытательная станция предназначена для проведения приемосдаточных, периодических электрических испытаний кабельных изделий с целью установления соответствия технических параметров изделий

#### Технические характеристики

##### I группа

Диапазон испытательного напряжения, кВ	1-15
Частота, Гц	50
Скорость подъема испытательного напряжения не более, кВ/с	1
Первоначальное приложенное значение напряжения от испытательного не более, %	40
Отклонение испытательного напряжения, %	±5
Источник переменного напряжения обеспечивает на испытуемом кабельном изделии синусоидальную форму кривой напряжения с коэффициентом амплитуды, %	$\sqrt{2} \pm 7$
Номинальная мощность установки, кВА	50
Потребляемая мощность установки при ном. нагрузке, кВт/ч	7,4

##### II группа

Диапазон испытательного напряжения, кВ	0,5 – 3
Частота, Гц	50
Скорость подъема испытательного напряжения не более, кВ/с	1
Первоначальное приложенное значение напряжения от испытательного не более, %	40
Отклонение испытательного напряжения, %	±5

Источник переменного напряжения обеспечивает на испытуемом кабельном изделии синусоидальную форму кривой напряжения с коэффициентом амплитуды, %	$\sqrt{2} \pm 7$
Номинальная мощность установки, кВА	20
Потребляемая мощность при ном. Нагрузке, кВт/ч	4,4

Диапазон измерения электрического сопротивления ТПЖ:  $10^{-4} - 10^6$   
Ом.

Диапазон измерения электрического сопротивления изоляции:  $0 - 10^{14}$   
Ом.

### Комплектность

Трансформаторное помещение:

I группа

Автотрансформатор РОТМ-100/0,5; P=100кВА; (№170)

Силовой трансформатор ОМ-66/22; P=50кВА; (№1458144)

Трансформатор напряжения НОМ-35; P=1,2кВА; (787840)

Трансформатор тока ТК120 400/5; (№489314)

Силовой щит с пускорегулирующей аппаратурой и устройством предохранительной и релейной защиты.

II группа

Автотрансформатор РОТ 25/0,5; P=25кВА; (№3925, №0621462)

Силовой трансформатор ОМ-33/35; P=20кВА; (№б/н)

Трансформатор напряжения НОМ-6; P=0,4кВА (№4798)

Трансформатор тока ТК 200/5; (№15223)

Силовой щит с пускорегулирующей аппаратурой и устройством предохранительной и релейной защиты.

Измерительное помещение:

Пульт управления испытательной высоковольтной установкой.

Прибор для измерения электрического сопротивления изоляции  
ТОММ-1

Прибор для измерения электрического сопротивления токопроводящей  
жилы Щ-34, МО-62,  $\mu$ ОММ-01М

#### Испытательное поле:

- площадь для испытываемой продукции;
- ограждения с электроблокировкой препятствующей подаче высокого напряжения при открытии ворот;
- световая и звуковая сигнализация;
- средства защиты от поражения электрическим током:
  - штанга для переноса потенциала провода;
  - диэлектрические перчатки;
  - диэлектрические боты;
  - диэлектрические ковры;
  - плакаты, знаки безопасности;
  - медицинская аптечка;
- противопожарные средства:
  - углекислотные огнетушители оу-5;
  - емкость с песком;
  - лопата;
  - ведро.
- по данному оборудованию были разработаны схемы данной станции в программе splan

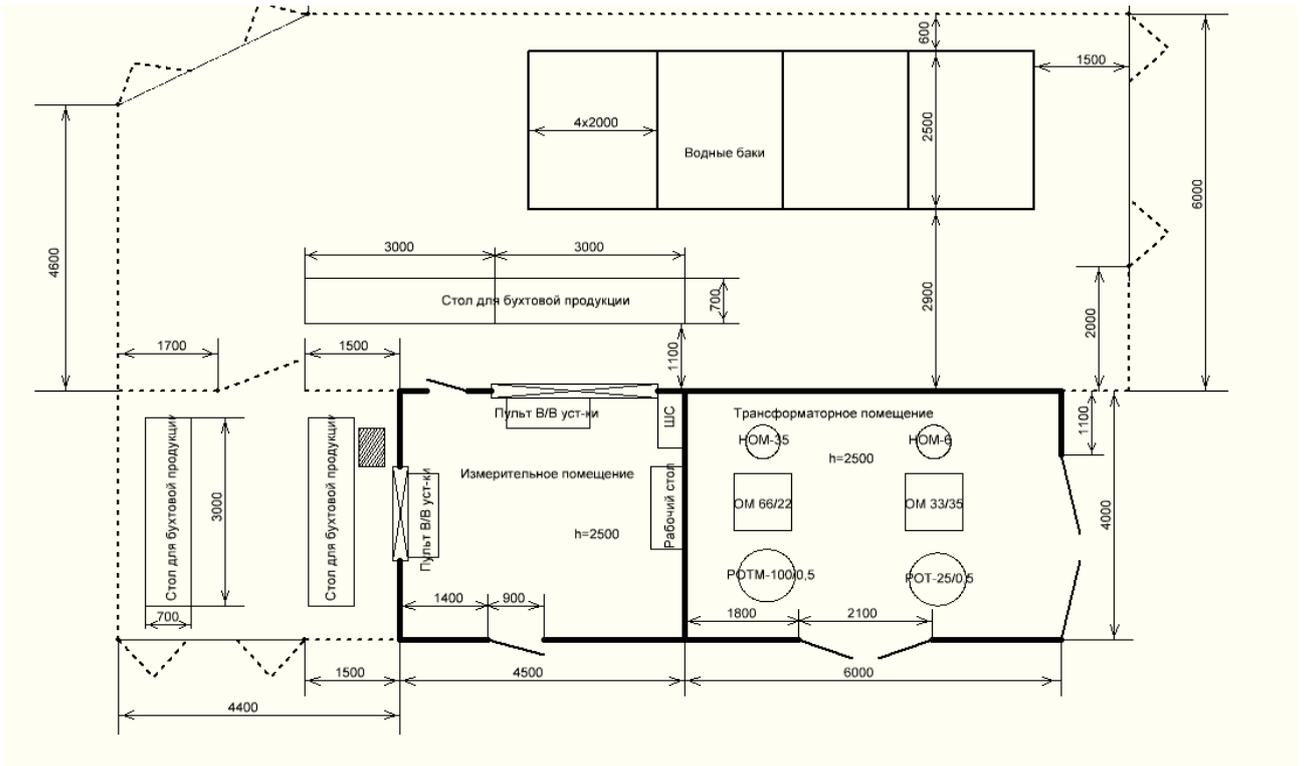


Рисунок 4- План испытательной станции

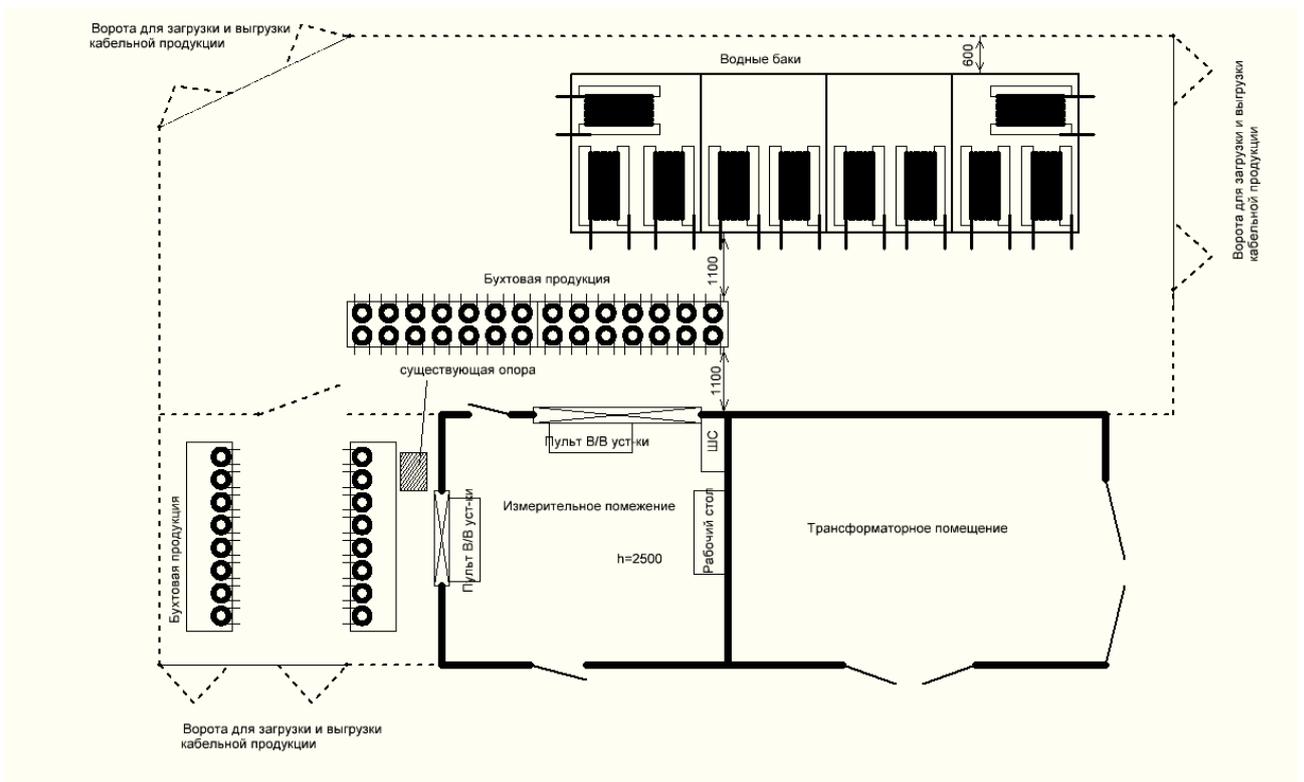


Рисунок 5 - План расположения барабанов готовой продукции

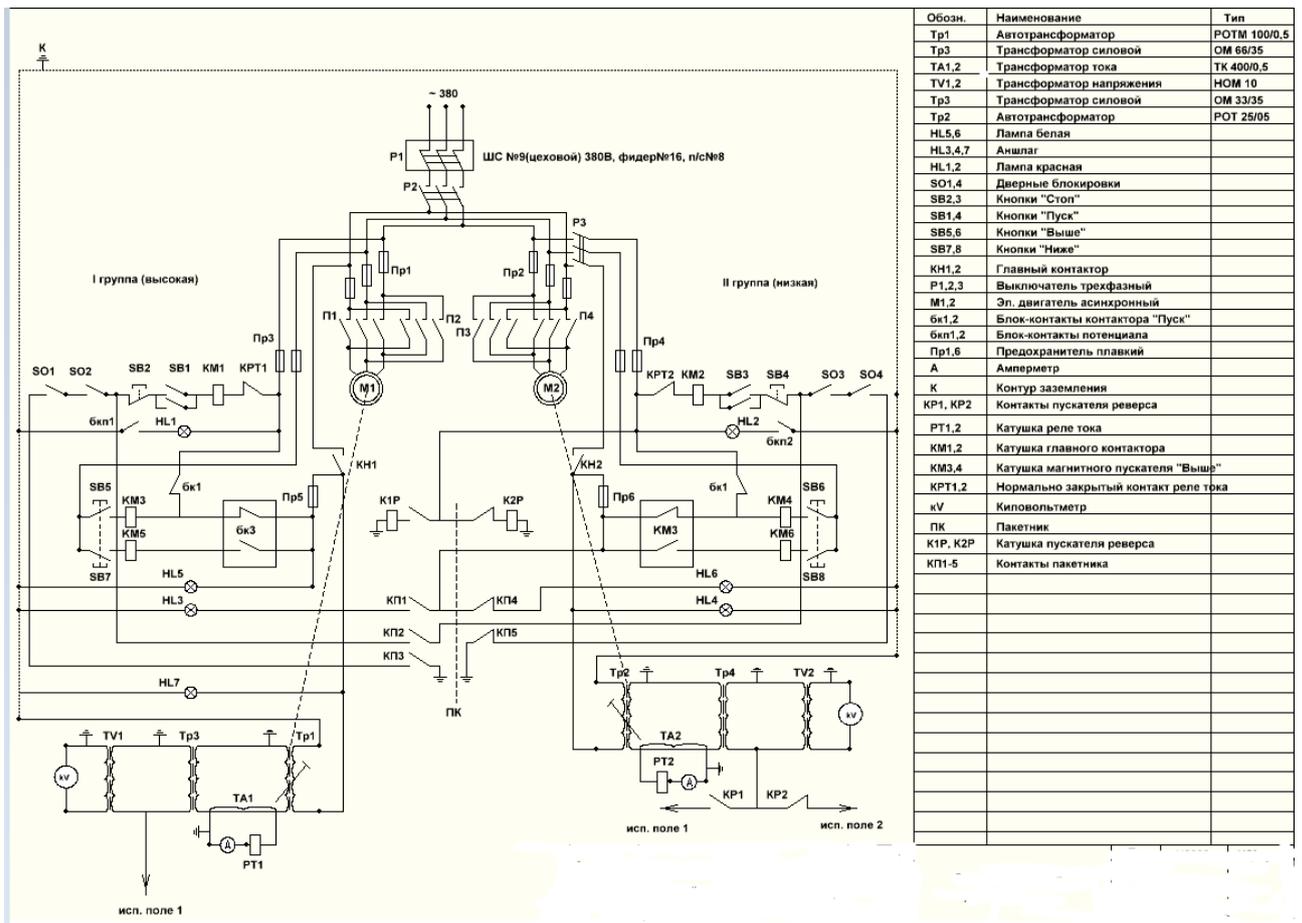


Рисунок 6 - Схема электрическая принципиальная

## 2.2 Устройство и принцип работы

Испытательной станцией называется специально оборудованный участок, состоящий из:

1. распределительного устройства (трансформаторное помещение), с соответствующим электрооборудованием, предназначенным для испытания готовой продукции;
2. пульта управления, находящийся в измерительном помещении;
3. испытательного поля;
4. пункта подключения;

К электрооборудованию находящимся в трансформаторном помещении относятся (см. схему электрическую принципиальную, приложение 1): автотрансформатор (Tr<sub>1,2</sub>), силовой однофазный

трансформатор ( $Tr_{3,4}$ ), измерительные трансформаторы тока ( $TA_{1,2}$ ), напряжения ( $TV_{1,2}$ ) и распределительный щит.

Принцип действия трансформаторов основан на электромагнитной индукции. Автотрансформатор используется для плавного изменения напряжения. Измерительные трансформаторы – для понижения измеряемого тока и напряжения к которым подключены киловольтметр и амперметр соответственно, расположенные на пульте управления в измерительном помещении.

Для защиты от перегрузки электрооборудования и испытываемой продукции от токов короткого замыкания используются реле тока ( $PT_{1,2}$ ) и плавкие предохранители ( $Pr_{1-6}$ ). Для измерения величины тока и напряжения применяются приборы: амперметр (A), киловольтметр (kV). Для плавного регулирования напряжения автотрансформатором применяется электродвигатель ( $M_{1,2}$ ), на который подается напряжение пускателем ( $KM_{1,2}$ ). Высшая и низшая точки подъема и опускания катушек автотрансформатора ограничивают концевые выключатели блок контакты ( $бк_1 - бк_2$ ).

Пульт управления – специальное устройство, снабженное коммутационными аппаратами (кнопки  $SB_{1-8}$ ), приборами (A, kV) и световой сигнализацией ( $HL_{1,2,5,6}$ ), предназначенных для управления и контроля испытаний. Цепь питания силовой части снабжена коммутационным аппаратом видимого разрыва ( $P_2$ ) включенного в первичную цепь испытательного трансформатора ( $Tr_{1,2}$ ). На пульте управления предусмотрена возможность немедленного отключения всех источников питания испытательной схемы (кнопка  $SB_{2,4}$ ). Сигнальные лампы ( $HL_{1,2,5,6}$ ) включены в цепь коммутационных аппаратов подающих напряжение на пункты подключения.

Пунктом подключения называется устройство, содержащее зажимы, соединенные с источником питания и предназначенные для подключения испытуемых изделий.

Испытательное поле – огороженная территория, на которой устанавливаются испытуемые изделия для проведения испытаний. На всех дверях и воротах испытательного поля установлены электрическая блокировка (SO<sub>1-4</sub>) и световые аншлаги (HL<sub>3,4,7</sub>). Порядок расположения барабанов с кабельной продукцией на испытательной станции должен соответствовать согласно приложению 2.

### **2.3 Требование к персоналу, обслуживающему испытательные станции**

1. Персонал испытательных станций и лабораторий должен удовлетворять следующим требованиям:

а) не иметь болезней и увечий, мешающих выполнению производственной работы.

Состояние здоровья работников устанавливается медицинским освидетельствованием при приеме на работу и при повторных осмотрах не реже 1 раза в 2 года.

б) начиная с группы II, пройти обучение безопасным методам работы на рабочем месте под руководством опытного лица, проверку знаний в квалификационной комиссии и аттестацию (отнесение к определенной квалификационной группе). Квалификационная группа подтверждается именным удостоверением установленной формы. Каждый работник обязан иметь это удостоверение на руках;

в) персонал до допуска к самостоятельной работе должен пройти обучение приемам освобождения попавшего под напряжение, приемам оказания первой помощи пострадавшему и правилам тушения пожара в электроустановках.

2. Персонал испытательной станции и лаборатории должен иметь следующие квалификационные группы:

а) начальник испытательной станции, начальник лаборатории и приравненные к ним лица – не ниже V группы;

б) начальник смены, энергетик, старший инженер, старшие электромонтеры, старший мастер – не ниже V группы;

в) инженеры, механики, мастера, электромонтеры, контролеры кабельных изделий работающие на испытательной станции, монтеры кабельного производства – не ниже IV группы;

г) электрослесари, лаборанты, контролеры, - не ниже III группы;

д) вспомогательный персонал, участвующий в испытаниях, - не ниже II группы;

3. Каждый работник, обнаруживший неисправность электрооборудования или защитных средств, нарушение техники безопасности, должен принять меры – в пределах своих прав и обязанностей – к устранению замеченного. И немедленно сообщить об этом своему непосредственному начальнику, а в его отсутствие – вышестоящему руководителю.

4. Обслуживающий персонал испытательной станции обязан проводить техническое обслуживание (ТО) испытательного оборудования в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и графиком ТО разработанным потребителем.

4.1 Периодически производить замену смазки трущихся деталей.

4.2 Очищать от пыли и загрязнения силовое электрооборудование

4.3 Проверять работоспособность устройства релейной защиты и автоматики.

4.4 Выполнять профилактическую регулировку механизмов, обтяжку крепежных элементов, замену быстроизнашивающихся деталей.

4.5 Проверять отсутствие утечки и уровня масла в масляных трансформаторах, целостность фарфоровых изоляторов;

5. При оказании помощи пострадавшему от электрического тока персонал испытательной станции, лабораторий должен действовать в соответствии с инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве РД 153-34.0-03.702-99.

### Указания мер безопасности:

Основными требованиями и необходимыми мерами для обеспечения безопасности работающих на испытательной станции являются следующие:

1. Ежедневная проверка:

- работоспособности электроблокировок;
- целостности ограждений испытательного поля;
- наличия на ограждениях и воротах предупредительных плакатов («Стой, напряжение!», «Испытания, опасно для жизни!»), а также диэлектрических средств защиты (перчатки, коврики, боты, штанги);
- надежности заземления корпусов средств измерения;
- наличие и периодичность проверки средств защиты;

2. Не реже одного раза в год необходимо проводить измерения:

- электрического сопротивления всех заземлений (не более 4 Ом).

Проверку проводить мегомметром ЭС 0202/2-г.

- сопротивление изоляции обмоток трансформаторов (масляные – не менее 600 МОм, сухие – не менее 100 МОм). Проверку производить мегомметром на 1000 В.

3. Не реже одного раза в 3 года необходимо проводить:

- анализ диэлектрических свойств трансформаторного масла на соответствие требованиям «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».

4 Для тушения возгорания в электроустановках использовать

углекислотные или порошковые огнетушители;

## 2.4 Порядок работы

1. Перед началом проведения испытаний готовой продукции производитель работ обязан проверить правильность сборки испытательной схемы.

Испытательной схемой называется временное соединение кабелями и проводами испытуемых объектов с электрооборудованием испытательной станции и источниками питания для проведения испытания.

2. Проверить наличие и надежность защитного и рабочего заземления.

3. Удалить всех людей с испытательного поля, закрыть ворота, двери и включить блокировку  $SO_{1-2}$ .

4. Подать звуковой сигнал, объявить голосом “Подаю напряжение”, и снять защитное заземление (штангу для переноса потенциала провода) с высоковольтного вывода или испытательной схемы.

5. Перевести рукоятку рубильника с видимым разрывом ( $P_2$ ) в положение «ВКЛ».

6. Нажать кнопку “Пуск” ( $SB_1$ ), при этом запитывается катушка главного контактора ( $KM_1$ ), включается главный контактор ( $KN_1$ ), загорается красная лампа на пульту управления ( $HL_3$ ), загорается аншлаг ( $HL_5$ ), размыкается блок-контакт контактора “Пуск” ( $бк_1$ ).

7. Нажать кнопку “выше” ( $SB_5$ ), при этом запитывается катушка контактора ( $KM_3$ ), замыкается блок контакт контактора «Выше» ( $бк_3$ ), замыкается контакт потенциала ( $бкп_1$ ), загорается световая сигнализация белая лампа ( $HL_1$ ), срабатывает пускатель ( $\Pi_1$ ) и плавно поднимается напряжение до необходимой величины.

По окончании испытания напряжением готовой продукции производитель работ должен:

1. Нажать кнопку “ниже” ( $SB_7$ ), при этом плавно снижается напряжение до нуля.

2. Нажать кнопку «стоп» ( $SB_2$ ) и отключить рубильник ( $P_2$ ).

3. Наложить защитное заземление (штангу для переноса потенциала провода) на высоковольтный вывод или на испытательную схему.

4. Подать звуковой сигнал об окончании проведения испытания, объявить голосом «Напряжение снято».

5. Разомкнуть блокировку.

Напряжение II группы (низкая группа) можно реверсировать на разные испытательные поля при помощи пакетника (ПК). При этом при переключении пакетника (ПК) в положение «поле №1» замыкаются контакты (КП1-3), загорается аншлаг (HL3), запитывается катушка (К1Р) пускателя реверса и замыкается контакт реверса (КР1). Пускатель расположен в емкости с трансформаторным маслом. Дальнейшее управление установкой происходит аналогично описанному выше.

## 2.5 Мероприятия по модернизации данной станции для добавления возможности испытания кабелей 35кВ

Недостаток напряжения для тестирования кабелей на 35 кВ - основная проблема данной испытательной станции. Для того чтобы решить её, нам придется посчитать максимально нужное нам напряжение и выбрать подходящее оборудование для обеспечения нашей установки необходимым напряжением.

Необходимое максимальное напряжение на кабель 35кВ которое нам необходимо

- Для начала находим номинальное напряжение, т.е. значению  $U$  деленному на  $\sqrt{3}$
- Далее находим само значение необходимого нам напряжения:  $U_{max} = U_o \cdot 2,5 = 20,23 \cdot 2,5 = 50,575 \text{ В}$ .

Зная напряжение  $U_{max}$  теперь мы можем начать проектировать мероприятия по модернизации.

Для получения необходимого нам необходимо изменить данную часть схемы:

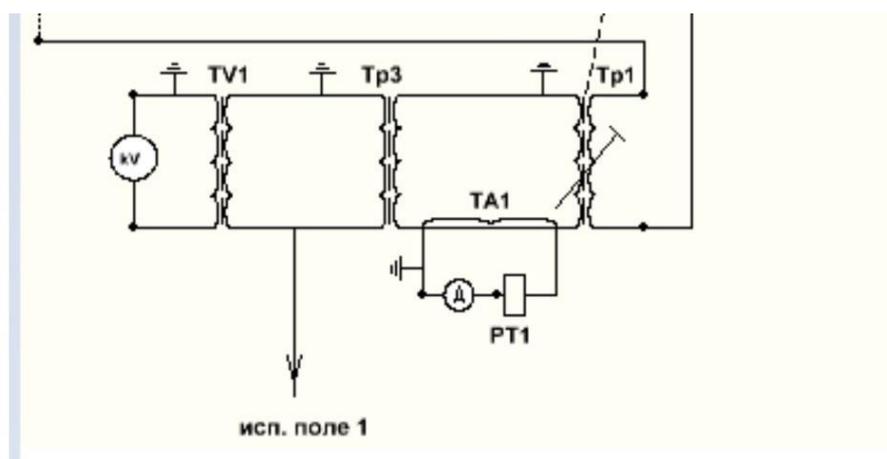


Рисунок 7 - Силловая часть схемы

Сделать это мы можем тремя способами, а именно:

1.Изменить силовой трансформатор Тр3 на более мощный подходящий нам по параметрам, но тогда нам придется менять трансформатор напряжения TV1 стоящий после него и возможно измерительный прибор kV.

2.Изменить оба трансформатора: регулировочный трансформатор Тр1 и силовой трансформатор Тр3, но при изменении данной части схемы, нам придется дополнительно изменить трансформатор тока ТА1, трансформатор напряжения TV1 и приборы измерения.

3.Поставить какой-либо усилитель/трансформатор после трансформатора Тр3 для повышение нашего выходного напряжения, до необходимого.

Учитывая, что мероприятия по модернизации будут проводиться на действующем мероприятии, я предполагаю что самым простым, не затратным будет способ номер 3.

Теперь нам предстоит выбрать необходимый силовой трансформатор Тр4 , подходящий нам по параметрам.

Поскольку в стандартном классе напряжения, нету трансформаторов на 60кВ, нам необходимо выбрать трансформатор на 110кВ.

При выборе данного трансформатора нам нужно обратить внимание на 3 фактора:

- 1.Напряжение
- 2.Фазность
- 3.Обмотки
- 4.Мощность
- 5.Взаимосвязь с другим оборудованием

Учитывая, что Тр3 у нас однофазный, было бы хорошо поставить на место Тр4, тоже однофазный трансформатор 110кВ, но к сожалению, я таких не обнаружил. Поэтому мы возьмём трехфазный трансформатор.

Далее рассмотрим обмотки и совместимость с другими устройствами, а именно трансформатор напряжения TV1, учитывая, что Логично, что лучшим решением будет подключить его на отдельную обмотку. Таким

образом, можно сделать вывод что самым простым решением будет подключить каждую часть схемы с разной обмотки, а именно TV1 к первой обмотке Tr3 ко второй, а третью к испытательному полю

1.обмотка-испытательное поле-110кВ

2.обмотка-Tr2-35кВ

3.обмотка-TV1-10кВ

Таким образом, самым подходящим вариантом который я нашел, будет трансформатор ТДТН-10000/110

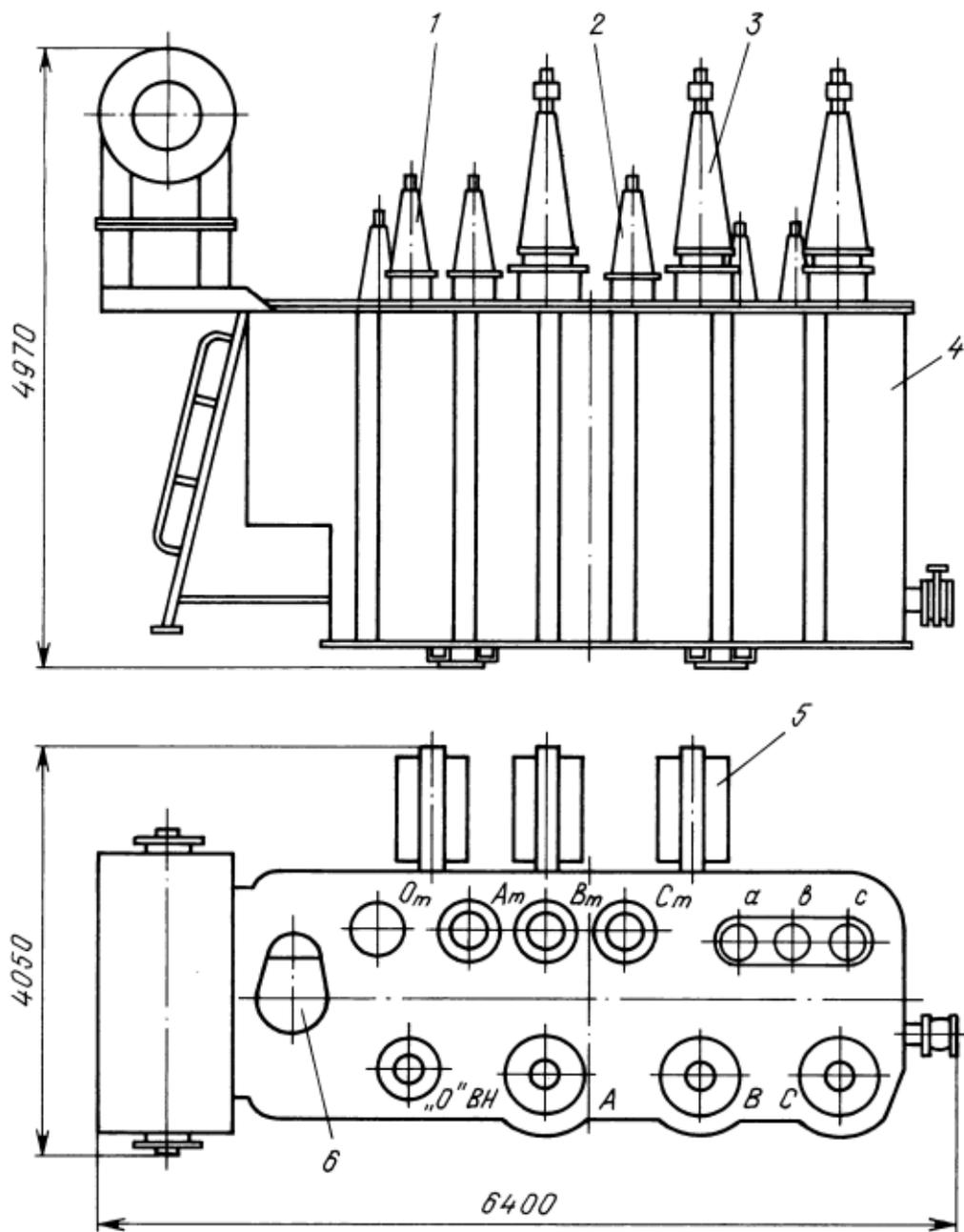


Рисунок 8 – Трансформатор ТДТН1000/110

Структура условного обозначения

ТДТН-10000/110 У1:

Т - трехфазный;

Д - охлаждение с принудительной циркуляцией воздуха и естественной циркуляцией масла;

Т - трехобмоточный;

Н - регулирование напряжения под нагрузкой;

10 000 - номинальная мощность, кВ·А;

110 - класс напряжения обмотки высшего напряжения, кВ;

У1 - климатическое исполнение и категория размещения по ГОСТ

15150-69

Таблица 6 - Характеристики ТДТН

Тип трансформатора	Номинальная мощность, кВА	Номинальное напряжение, кВ			Схема и группа соединения обмоток	Потери, кВт		Напряжение короткого замыкания, %			Ток Х.Х., %
		ВН	СН	НН		Х.Х.	К.З.	ВН-СН	ВН-НН	СН-НН	
ТДТН- 10000/110	10000	115	38,5	6.6;	Ун/Ун/Д-0-11	11,5	76	10,5	17,5	6.5	0,3
ТДТН- 16000/110	16000			11		15	100	10,5	17,5	6.5	0,3

Таким образом, при подключении, данного трансформатора, мы можем получить напряжение на выходе 50,575 и даже узнать, какое напряжение нам необходимо будет выставить на регулировочном трансформаторе, чтобы в итоге получить, необходимые значения.

Рассчитаем коэффициент трансформации каждого трансформатора.

Тр2 регулируется от 10В до 500В с шагом 5В

$$K_{Тр3} = 35 / 0,4 = 87,5$$

$$K_{Тр4вн-сн} = 110 / 35 = 3,14$$

$$K_{Тр4сн-нн} = 35 / 10,5 = 3,33$$

Таким образом, при подачи 185В на Тр2, мы получим, наши необходимые 50,575В.

$$Tr_{2нн} = 185В$$

$$Tr_{2вн} = 380В$$

$$Tr_{3нн} = 185В$$

$$Tr_{3вн} = 161875В$$

$$Tr_{3сн} = 16187,5B$$

$$Tr_{3нн} = 4856,26B$$

$$Tr_{4вн} = 50,575B$$

Но как и у любого технического решения, в этом есть и плюсы и минусы. Большим минусом данного решения, будет высокие потери мощности, ведь разница в мощности между Tr3 и Tr4 очень велика. Но для решения данной проблемы была принята еще одна мера.

Учитывая тот факт что завод выпускает огромное количество кабелей на разное напряжение, а 35кВ не самый распространенный из них и только начинает выпуск, то можно не оставлять его работающим в схеме на постоянной основе, ведь для других изделий нам не нужно такое напряжение. То можно просто собрать в ее изначальном виде, но установить Tr4 и проложить к нему дополнительные кабели и включать по мере надобности.

## **Заключение**

В данной выпускной квалификационной работе был рассмотрен вопрос, разработки технологического участка высоковольтных испытаний силовых кабелей на среднее и высокое напряжение.

На примере кабеля КГпЭ-10 была рассмотрена конструкция кабелей из этиленпропиленовой резины. Далее, были рассмотрены необходимые испытания для данного кабеля проводимые на производстве и выбраны необходимые, производящиеся на испытательной лаборатории.

Изучена испытательная станция номер 4 функционирующего предприятия АО Сибкабель. После ее изучения, был разработан проект по ее модернизации, для получения возможности испытания кабелей из этиленпропиленовой резины на напряжение до 35кВ.

### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

**Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:**

- составление SWOT-анализа проектирования ремонтно-механического цеха завода по производству цемента;
- планирование технико-конструкторских работ;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей) эффективности проекта.

#### **3.1. SWOT-анализ проектировки испытательной лаборатории**

SWOT-анализ представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Применительно к проектируемой АСР уровня, SWOT-анализ позволит оценить сильные и слабые стороны проекта, а также его возможности и угрозы.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения: С – сильные стороны проекта; Сл – слабые стороны проекта; В – возможности; У – угрозы.

SWOT-анализ проводится в несколько этапов.

**Первый этап** заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

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

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

В рамках **третьего этапа** должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа, которая учитывает сочетание возможностей с сочетанием (корреляцией) сильных сторон.

Таблица 7 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	-	+	+	-
	B2	+	-	-	+	+
	B3	-	-	-	-	+
	B4	+	+	+	+	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	B1	-	-	+	-	
	B2	+	+	-	+	
B3	-	+	-	-		
B4	+	+	+	-		

Таблица 8 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	-	-	+	-	-
	У2	+	-	-	+	-
	У3	-	-	-	-	+
	У4	+	+	+	-	+
	Слабые стороны проекта					
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	-
	У1	+	+	-	-	
	У2	-	-	+	+	
У3	+	+	-	-		
У4	-		-	+		

Таблица 9 – Результаты SWOT анализа

	<b>Сильные стороны проекта:</b>	<b>Слабые стороны проекта:</b>
	С1. Высокая энергоэффективность и энергосбережение технологии. С2. Экологичность технологии. С3. Квалифицированный персонал. С4. Повышение безопасности производства	Сл1. Трудность монтажа системы Сл2. Дороговизна оборудования Сл3. Высокая техническая ответственность электрооборудования

	С5. Уменьшение затрат на ремонт оборудования	Сл4. Сложность эксплуатации электрооборудования
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Увеличение производительности электрооборудования</p> <p>В2. Появление дополнительной автоматизированной системы управления внутрицеховой структуры</p> <p>В3. Снижение таможенных пошлин на сырье и материалы, используемые при производстве ферросплавов завода</p> <p>В4. Появление более простых универсальных электрических и конструктивных систем внутризаводской и внутрицеховой сети</p>	<p>В1С1С3С4</p> <p>В2С1С4С5</p> <p>В3С5</p> <p>В4С1С2С3С4С5</p>	<p>В1Сл3</p> <p>В2Сл1Сл2Сл4</p> <p>В3Сл2</p> <p>В4Сл1Сл2Сл3</p>
<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Отсутствие спроса на технологии производства</p> <p>У2. Ограничения на экспорт технологии</p> <p>У3. Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции</p> <p>У4. Угрозы выхода из строя сложного энергоемкого оборудования</p>	<p>У1С3</p> <p>У2С1С4</p> <p>У3С5</p> <p>У4С1С2С3</p>	<p>У1Сл1Сл2</p> <p>У2Сл3Сл4</p> <p>У3Сл1Сл2</p> <p>У4Сл4</p>

На основании SWOT-анализа можно сделать следующие выводы:

- Анализ интерактивных матриц, приведенных в таблицах 7-9, показывает, что сильных сторон у проекта значительно больше, чем слабых. Кроме того, угрозы имеют низкие вероятности, что говорит о высокой надежности проекта.

При разработке технического проекта системы электроснабжения предприятия инженер нацелен на проектирование с возможно большим

внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность спроектированной системы электроснабжения, что немало важно для потребителей.

### 3.2 Организация работ технического проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения проектирования системы электроснабжения ремонтно-механического цеха завода по производству цемента.

#### 3.2.1. Структура работ в рамках технического проектирования

Для выполнения проектирования формируется рабочая группа, в состав которой входят научный руководитель и инженер. Составлен перечень этапов и работ в рамках проведения проектирования и произведено распределение исполнителей по видам работ.

Таблица 10 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
Выбор направления технического проектирования завода	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
Расчеты и проектирование системы электроснабжения цеха	3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Дипломник
	4	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Инженер, научный руководитель
	6	Проведение графических построений	

Обобщение и оценка результатов	7	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление отчета по техническому проектированию	8	Составление пояснительной записки	Инженер
	9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Научный руководитель
Сдача выпускной квалификационной работы	10	Подготовка к защите ВКР	Инженер, Научный руководитель

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения ТП

Трудоемкость выполнения технического проекта 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:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{мині} + 2t_{махі}}{5} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4,$$

где  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;  $t_{мині}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;  $t_{махі}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

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

$$T_{p_i} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i},$$

где  $T_{p_i}$  – продолжительность одной работы, раб.дн.;  $t_{ожі}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.дн.;  $Ч_i$  – численность

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

Для наглядности далее будет построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

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

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

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;  $T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;  $k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

*Коэффициент календарности* определяется по следующей формуле:

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

где  $T_{\text{кал}}$  – количество календарных дней в году;  $T_{\text{вых}}$  – количество выходных дней в году;  $T_{\text{пр}}$  – количество праздничных дней в году.

Определим коэффициент календарности для 2015 года:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48.$$

Количество рабочих дней 247, количество выходных (вместе с праздниками) 118.

Тогда длительность рассмотренной выше работы в календарных днях:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} = 2 \cdot 1,48 = 2,96 \approx 3 \text{ дней.}$$

В таблице 11 приведены ожидаемая трудоемкость и время выполнения работ.

Таблица 11 – Календарная продолжительность работ

№		Трудоёмкость работ, чел-дни		
---	--	-----------------------------	--	--

	Название работы	$t_{\min}$ ,		$t_{\max}$ ,		$t_{ожг}$ ,		Длительность работ в рабочих днях		Длительность работ в календарных днях	
		Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер	Научный руководитель	Инженер
1	Составление и утверждение технического задания	1	-	2	-	1,4	-	2	-	3	-
2	Подбор и изучение материалов по теме	-	2	-	5	-	3,2	-	4	-	6
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	-	14	-	21	-	16,8	-	17	-	26
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	1	14	2	21	1,4	16,8	2	17	3	26
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	1	7	2	14	1,4	9,8	2	10	3	15
6	Проведение графических построений	-	2	-	4	-	2,8	-	3	-	5
7	Оценка эффективности полученных результатов	1	4	2	7	1,4	5,2	2	6	3	9
8	Составление пояснительной записки	-	3	-	5	-	3,8	-	4	-	6
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	1	-	2	-	1,4	-	2	-	3	-
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	1	2	2	4	1,4	2,8	2	3	3	5

	<b>ИТОГО:</b>	7	48	12	81	9	61,2	10	62	15	92
--	---------------	---	----	----	----	---	------	----	----	----	----

Примечание: минимальное  $t_{\min}$  и максимальное время  $t_{\max}$  получены на основе экспертных оценок.

### **3.3.3 Разработка графика проведения технического проекта**

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

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по месяцам и декадам за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 12 строим план-график проведения работ (таблица 12).

Таблица 12 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исполнители	T <sub>кв</sub> кал. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				Февр.		Март			Апрель			Май			Июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	3	—														
2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер	6	—	—													
3	Проведение расчетов электрических нагрузок предприятия	Инженер	26		—	—	—	—										
4	Проектирование системы внутризаводского электроснабжения	Руководитель	3							—								
		Инженер	26					—	—	—								
5	Проектирование системы внутрицехового электроснабжения	Руководитель	3										—					
		Инженер	15								—	—	—					
6	Проведение графических построений и обоснований	Инженер	5										—					
7	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	3											—				
		Инженер	9												—	—		
8	Составление пояснительной записки	Инженер	6												—			
9	Проверка выпускной квалификационной работы руководителем	Руководитель	3														—	
10	Сдача и защита выпускной квалификационной работы	Руководитель	3															—
		Инженер	5															—

Таким образом, из составленной диаграммы Ганта, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает период, начиная со второй половины февраля, заканчивая первой половиной июня. Продолжительность выполнения технического проекта составит 116 дней: 98 дней – продолжительность выполнения работ инженера; 18 дней – продолжительность выполнения работ руководителя.

### **3.3 Составление сметы затрат на разработку ТП**

При планировании бюджета ТП должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы затрат на разработку ТП используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

#### **3.3.1. Расчет материальных затрат**

В материальные затраты включаются затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители (флеш-карты), картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi},$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов;  $N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);  $\Pi_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.).

Значения цен на материальные ресурсы установлены по прейскуранту канцелярского магазина ТД «Канцелярский мир» и Онлайн-печать «GRAFEX».

Таблица 13 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.
Бумага	1	250	250
Ручка	3	60	180
Папка	1	45	45
Печать	400	1,5	600
Итого			1075

Суммарные материальные затраты составили 1075 рублей.

### 3.3.2 Расчёт затрат на оборудование

Стоимость оборудования, используемого при выполнении конкретного научного проекта и имеющегося в данной научно-технической организации, учитывается в виде амортизационных отчислений.

Амортизация основных средств рассчитывается по формуле:

$$A = ПС \cdot n ,$$

где А – месячная сумма амортизационных отчислений,

ПС – первоначальная стоимость оборудования,

n - ежемесячная амортизации  $\left( n = \frac{1}{СПИ} \right)$ ,

СПИ – средняя продолжительность использования оборудования, в мес.

При выполнении работы в качестве оборудования использовался только компьютер. Предполагаемый срок службы оборудования 3 года (36 месяцев). Стоимость оборудования 25000 рублей.

Таким образом,  $n = \frac{1}{36} = 0,028$ .  $A = 25000 \cdot 0,028 = 700$  руб. Так как исследование проводится 4,3 месяца, сумма амортизационных отчислений составит  $4,3 \cdot 700 = 3010$  руб.

### 3.3.3. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

В выполнении данного проекта принимают участие руководитель-преподаватель и студент (инженер-проектировщик). Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей систем окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда в размере 20-30 % от тарифа или оклада.

#### 1. Расчет заработной платы для руководителя-преподавателя:

Так как преподаватель образовательного учреждения, то заработная плата состоит из оклада (зависит от должности занимаемой преподавателем), стимулирующие (поощрения за эффективный труд), далее районный коэффициент.

Основная заработная плата руководителя (от ТПУ) рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями, например, ассистент, ст. преподаватель, доцент, профессор (см. «Положение об оплате труда», приведенное на интернет-странице Планово-финансового отдела ТПУ).

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д.

3) иные выплаты; районный коэффициент.

Возьмем обычного преподавателя, доцента, который добросовестно выполняет свою работу: премиальный коэффициент – 15%. Оклад для данного преподавателя в рамках ТПУ будет составлять примерно 22000 рубль.

Расчет основной заработной платы руководителя-преподавателя:

$$Z_{осн} = (1 + k_{д} + k_{прем}) \cdot Z_{м} \cdot k_{р} = (1 + 0,15 + 0,3) \cdot 1,3 \cdot 22000 = 41470 \text{ рублей.}$$

Расчет дополнительной заработной платы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} \cdot 0,12 = 0,12 \cdot 41470 = 4976,4 \text{ рублей.}$$

Общая заработная плата преподавателя:

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп} = 41470 + 4976,4 = 46446,4 \text{ рублей.}$$

2. Расчет заработной платы для студента (инженера-проектировщика):

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где  $Z_{осн}$  - основная заработная плата;  $Z_{доп}$  - дополнительная заработная плата (12 % от  $Z_{осн}$ ).

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

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p,$$

где  $Z_{осн}$  - основная заработная плата одного работника;  $T_p$  - продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 5);  $Z_{он}$  - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{он} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где  $Z_m$  - месячный должностной оклад работника, руб.;  $M$  - количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;  $F_d$  - действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

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

где  $Z_{ТС}$  - заработная плата по тарифной ставке, руб.;  $k_{прем}$  - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от  $Z_{ТС}$ );  $k_d$  - коэффициент доплат и

надбавок составляет примерно 0,15 (в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20 % от  $Z_{TC}$ );  $k_p$  – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Тарифная заработная плата  $Z_{TC}$  из произведения тарифной ставки работника 1-го разряда  $T_{ci} = 600$  руб. на тарифный коэффициент  $k_T$  и учитывается по единой для бюджетных организаций тарифной сетке.

Далее произведем расчет:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T,$$

где инженер может иметь разряд только с 6-го, поэтому примем  $k_T = 2$ . Для облегчения расчета возьмем, что инженер-проектировщик не пользовался больничным.

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 600 \cdot 2 = 1200 \text{ рублей.}$$

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = 1200 \cdot (1 + 0,15 + 0,2) \cdot 1,3 = 2262 \text{ рублей.}$$

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{2262 \cdot 10,4}{365 - 117} = 94,86 \text{ рубля.}$$

Основная заработная плата:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 94,86 \cdot 34,8 = 3301,13 \text{ рублей.}$$

Расчет заработной платы для студента (инженера-проектировщика):

$$Z_{II} = Z_{осн} + Z_{доп} = 3301,13 + 0,12 \cdot 3301,13 = 3697,27 \text{ рублей.}$$

### **3.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам

государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

На 2019 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 году водится пониженная ставка – 28%.

Отчисления во внебюджетные фонды представим в табличной форме.

Таблица 14 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Студент (инженер-проектировщик)	3301,13	396,14
Руководитель-преподаватель	41470	4976,4
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды	0,28	
Итого	14040,23	

По итогам полученной таблице видно, что сумма страховых отчислений равна 14040,23 рублей.

### 3.3.5. Накладные расходы

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

$$Z_{накл} = \sum_{3.4.1}^{3.4.4} Z_i \cdot k_{нр},$$

где  $k_{np}$  - коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Величина накладных расходов составит:

$$Z_{накл} = (3301,13 + 396,14 + 41470 + 4976,4 + 14040,23) \cdot 0,16 = 10269,42 \text{ рублей.}$$

### 3.3.6. Формирование бюджета затрат ТП

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.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 9.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб
Материальные затраты	1075
Амортизация основных средств	3010
Расчёт затрат на заработную плату инженера-проектировщика (студента)	3697,27
Расчёт затрат на заработную плату руководителя	46446,4
Расчёт затрат на отчисления во внебюджетные фонды	14040,23
Расчёт накладных расходов	10269,42
<b>Итого</b>	<b>78538,32</b>

Таким образом, бюджет затрат ТП составит 78538,32 рублей.

### 3.3.7 Определение ресурсоэффективности проекта

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;  $a_i$  – весовой коэффициент разработки;  $b_i$  – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Оценку характеристик проекта проведем на основе критериев, соответствующих требованиям к системе электроснабжения промышленных предприятий:

1. Надежность: бесперебойное снабжение электроэнергией в пределах допустимых показателей ее качества и исключение ситуаций, опасных для людей и окружающей среды.

2. Экономичность: оптимизация затрат на электрическую часть предприятия на стадии проектирования приводит к их уменьшению на доли процентов, в абсолютном же измерении речь идет об экономии значительных средств.

3. Безопасность: обеспечение безопасности работ, как для электротехнического персонала, так и для не электротехнического;

4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии: качество электроэнергии, удовлетворяющее требованиям ГОСТ 13109-97.

5. Простота и удобство в эксплуатации: возможность использования персоналом более доступного, автоматизированного и адаптивного по конструкции техническим характеристикам электрооборудования на предприятии.

6. Гибкость: возможность частых перестроек технологии производства и развития предприятия.

7. Энергоэффективность: использование меньшего количества энергии для обеспечения установленного уровня потребления энергии в зданиях либо при технологических процессах на производстве.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка разработки		
		1	2	3
1. Надежность	0,2	4	5	4
2. Экономичность	0,1	3,5	5	4
3. Безопасность	0,15	5	5	3,5
4. Обеспечение надлежащего качества электроэнергии	0,1	3,5	4	5
5. Простота и удобство в эксплуатации	0,2	4	4	3
6. Гибкость	0,1	3	4	3
7. Энергоэффективность	0,15	3,5	4	3,5
Итого:	1,00	3,9	4,5	3,7

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта со вторым вариантом составит:

$$I_{p-исп2} = 5 \cdot 0,2 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 = 4,5$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы надежности и помехоустойчивости позволяют судить о надежности системы.

### Список литературы:

1. АО «Сибкабель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sibabel.ru/>
2. Технический справочник по кабелям и проводам [Электронный ресурс].- <https://www.ruscable.ru>
3. ГОСТ 31945. Кабели гибкие и шнуры для подземных и открытых горных работ. Общие технические условия.
4. ГОСТ 22483-2012 (IEC 60228:2004) Жилы токопроводящие для кабелей, проводов и шнуров.
5. Неклепаев Б. Н., Крючков И. П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. - учебник для вузов - 2-е изд. М. Энергоатомиздат, 1986. - 640 с.
6. ГОСТ 15150 ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.
7. ГОСТ 2990-78 Кабели, провода и шнуры. Методы испытания напряжением.
8. ГОСТ Р МЭК 811-1-4-94 Общие методы испытаний материалов изоляции и оболочек электрических кабелей. Испытания при низкой температуре.
9. ГОСТ 2990-78 кабели, провода и шнуры. Методы испытания напряжением.
- 10.ГОСТ 3345-76 Кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления изоляции.
- 11.ГОСТ 7229-76 кабели, провода и шнуры. Метод определения электрического сопротивления токопроводящих жил и проводников.
- 12.ГОСТ 27893-88. Кабели связи. Методы испытаний.

13. Тихомиров П. М. Расчет трансформаторов. Учеб. пособие для вузов. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 528 с.
14. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. изд-во: НЦ ЭНАС. 3-е издание, 2009. - 392 с.
15. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. – Томск: ТПУ, 2014. – 37с.
16. Томпсон А.А., Стрикленд Дж.А. Стратегический менеджмент: концепции и ситуации для анализа, 12-е издание: Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2006 – 928с.
17. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
18. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
19. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
20. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
21. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление.
23. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
24. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.
26. ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности.

27. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
28. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.
29. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
30. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
31. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ, Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
32. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
33. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.