



Общество с ограниченной ответственностью

«Абаканэнерго»

ОГРН 1121901000320; ИНН 1901105699 / КПП 190101001; г. Абакан, ул. Кирпичная, дом 7И, стр. 2

E-mail: abakanenergo@yandex.ru; Телефон: (913) 545-55-37

Член Саморегулируемой организации

Ассоциация Экспертно-аналитический центр проектировщиков «Проектный портал»

Заказчик: ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

Строительство ЛЭП-10 кВ
от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории
Агропромышленного парка «Черногорский»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ


Раздел 9 "Смета на строительство, реконструкцию, капитальный
ремонт, снос объекта капитального строительства"

Подраздел 1 "Сметная документация"

01-25-СМ1

ТОМ 9.1

Экз. _____

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	01/25		09.25

АБАКАН
2025

[illegible]



Общество с ограниченной ответственностью

«Абаканэнерго»

ОГРН 1121901000320; ИНН 1901105699 / КПП 190101001; г. Абакан, ул. Кирпичная, дом 7И, стр. 2

E-mail: abakanenergo@yandex.ru; Телефон: (913) 545-55-37

Член Саморегулируемой организации

Ассоциация Экспертно-аналитический центр проектировщиков «Проектный портал»

Заказчик: ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

Строительство ЛЭП-10 кВ
от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории
Агропромышленного парка «Черногорский»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Раздел 9 "Смета на строительство, реконструкцию, капитальный
ремонт, снос объекта капитального строительства"

Подраздел 1 "Сметная документация"

01-25-СМ1

ТОМ 9.1

Экз. _____

Генеральный директор

А. А. Данилов

Изм.	№ док.	Подп.	Дата
1	01/25	<i>Данилов</i>	09.25

АБАКАН
2025

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к сметной документации по объекту:
«Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории
Агропромышленного парка «Черногорский»»

Заказчик: ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

Сметная стоимость в ценах на 2 квартал 2025 г. – 38 974,03тыс. руб. включая НДС. Объект располагается по адресу: **Республика Хакасия, г. Черногорск.**

Подрядная организация определяется по итогам проведения электронного аукциона.

Сметная документация составлена ресурсно-индексным методом в соответствии с:

- Методикой определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации, утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 4 августа 2020 г. № 421/пр (с изменениями согласно приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 7 июля 2022 г. № 557/пр, от 30.01.2024 г. №55/пр, от 23 января 2025 г. № 30/пр);

- Исходными данными для составления сметной документации Заказчика;

- Проектной документацией, шифр: 01-25;

- Ведомостями объёмов работ;

Сметная стоимость определена на основе федеральной сметно-нормативной базы ФСНБ-2022 (с Изм. 1-14), с пересчетом в текущие цены с применением Сплит-формы аналитики индексов и сметных цен для ценовой зоны Республика Хакасия на 2 квартал 2025 года (Письмо Минстроя России от 23.05.2025 № 30038-ИФ/09).

Сметная стоимость оборудования и материалов принята по сборника ФСБЦ. Сметная стоимость материальных ресурсов и оборудования, отсутствующих во ФГИС принята на основе данных мониторинга и проведенного конъюнктурного анализа.

Нормативы накладных расходов - по видам работ согласно Методике по разработке и применению нормативов накладных расходов при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 21 декабря 2020 г. № 812/пр (с изменениями согласно приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 2 сентября 2021 г. № 636/пр и от 26 июля 2022 г. № 611/пр);

Нормативы сметной прибыли – по видам работ согласно Методике по разработке и применению нормативов сметной прибыли при определении сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, утверждена приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11 декабря 2020 г. № 774/пр (с изменениями согласно приказа Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 22 апреля 2022 г. № 317/пр);

В сводном сметном расчете учтены:

- Затраты на размещение строительных отходов и отходов на полигоне ТБО;

- Непредвиденные затраты для объектов капитального строительства непроизводственного назначения - 3% (Методика утв. Приказом от 04.08.2020 № 421/пр п.179);

- НДС – 20% (Федеральный закон № 303-ФЗ 3 августа 2018 г.).

Составил: инженер-сметчик _____  Ю. В. Данилова

Заказчик ООО "УК Инфраструктура Хакасии"
(наименование организации)

"Утвержден" " " 2025г

Сводный сметный расчет сметной стоимостью 38 974,03 тыс. руб.

(ссылка на документ об утверждении)

СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА № ССРС-1

Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский»
(наименование стройки)

Составлен в текущем уровне цен II квартал 2025 года

№ п/п	Обоснование	Наименование глав, объектов капитального строительства, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс. руб.				
			Строительных (ремонтно-строительных, ремонтно-реставрационных) работ	монтажных работ	оборудования	прочих затрат	всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Глава 1. Подготовка территории строительства, реконструкции, капитального ремонта							
1	СР-1	Вынос трассы в натуру				51,84	51,84
2	01-01-02	Подготовительные работы	104,79				104,79
	Итого по Главе 1. "Подготовка территории строительства, реконструкции, капитального ремонта"		104,79			51,84	156,63
Глава 2. Основные объекты строительства, реконструкции, капитального ремонта							
3	02-01-01	Строительство КТП-10/0,4 кВ	1 778,69	356,30	12 080,21		14 215,20
4	02-01-02	Строительство КЛ-10 кВ	816,41	4 938,94			5 755,35
5	02-01-03	Строительство ВЛЗ-10 кВ	9 255,93	910,57	357,04		10 523,54
	Итого по Главе 2. "Основные объекты строительства, реконструкции, капитального ремонта"		11 851,03	6 205,81	12 437,25		30 494,09
Глава 7. Благоустройство и озеленение территории							
	Итого по Главам 1-7		11 955,82	6 205,81	12 437,25	51,84	30 650,72
Глава 8. Временные здания и сооружения							
	Итого по Главам 1-8		11 955,82	6 205,81	12 437,25	51,84	30 650,72
Глава 9. Прочие работы и затраты							
6	09-01-01	Пусконаладочные работы				871,08	871,08
7	СР-2	Затраты на размещение строительных отходов и отходов на полигоне ТБО		-		10,59	10,59
	Итого по Главе 9. "Прочие работы и затраты"					881,67	881,67

1	2	3	4	5	6	7	8
		Итого по Главам 1-9	11 955,82	6 205,81	12 437,25	933,51	31 532,39
Глава 12. Публичный технологический и ценовой аудит, подготовка обоснования инвестиций, осуществляемых в инвестиционный проект по созданию объекта капитального строительства, в отношении которого планируется заключение контракта, предметом которого является одновременно выполнение работ по проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию объекта капитального строительства, технологический и ценовой аудит такого обоснования инвестиций, аудит проектной документации, проектные и изыскательские работы							
		Итого по Главам 1-12	11 955,82	6 205,81	12 437,25	933,51	31 532,39
Непредвиденные затраты							
8	Приказ от 4.08.2020 № 421/пр п.179	Непредвиденные затраты для объектов капитального строительства непроизводственного назначения - 3%	358,67	186,17	373,12	28,01	945,97
		3%Г1.С:Г12.С		3%Г1.М:Г12.М	3%Г1.О:Г12.О	3%Г1.П:Г12.П	
		Итого "Непредвиденные затраты"	358,67	186,17	373,12	28,01	945,97
		Итого с учетом "Непредвиденные затраты"	12 314,49	6 391,98	12 810,37	961,52	32 478,36
Налоги и обязательные платежи							
9	№ 303-ФЗ от 3.08.2018	НДС - 20%	2 462,90	1 278,40	2 562,07	192,30	6 495,67
		20%Г1.С:Г14.С		20%Г1.М:Г14.М	20%Г1.О:Г14.О	20%(Г1.П:Г14.П)	
		Итого "Налоги и обязательные платежи"	2 462,90	1 278,40	2 562,07	192,30	6 495,67
		Итого по сводному расчету	14 777,39	7 670,38	15 372,44	1 153,82	38 974,03
		в том числе:					
		ОТ					2 323,36
		ЭМ					1 072,20
		ОТм					428,27
		М					11 093,47
		Перевозка					27,77
		НР					2 640,91
		СП					1 446,73
		оборудование					15 372,44
		прочие затраты					1 153,82

Руководитель проектной организации

Главный инженер проекта

Начальник Проектный отдел

Заказчик

Директор ООО "УК Инфраструктура Хакасии"

(Данилов А.А.)

(Данилов А.А.)

(Данилов А.А.)

(Пауль Д.А.)

Утверждено приказом Минстроя РФ № 707/пр от 01 октября 2021 г с учетом изменений по приказу № 409/пр от 08.06.2023 года

СР-1

на работы по выносу трассы КЛ-10 кВ и ВЛЗ-10 кВ в натуру

Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский», Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский», Вынос трассы ВЛЗ-10 кВ и КЛ-10 кВ в натуру

(наименование стройки)

Заказчик

ООО "УК Инфраструктура Хакасии"

(наименование организации)

Проектная организация

ООО "Абаканэнерго"

(наименование организации)

Составлена в уровне цен на 2 кв. 2025 г.

№ пп	Наименование объекта проектирования или вида проектных работ	Наименование, номера глав, таблиц, параграфов и пунктов МНЗ на проектные работы	Расчет стоимости	Сметная стоимость, руб.
1	2	3	4	5
Раздел 1.				
1	Определение и закрепление мест установки опор по трассам ВЛ 3-20 кВ и магистральных линий связи: категория сложности 1, 5,835 (1 км)	СБЦ "Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (2006)" табл.16 п.7-1 (СБЦ105-16-7-1) (ОУ п.14) При проведении полевых работ без выплаты работникам полевого довольствия или командировочных $K1 = 0,85$ (ОУ п.8д таб.3) При районном коэффициенте к заработной плате 1,3 $K2 = 1,15$ (Прим.1) При длине трассы до 10 км $K3 = 1,1$ (2 кв 2025 (ИЗ), Письмо Минстроя России от 21.04.2025 года № 23229-ИФ/09, прил.5) Индекс изменения сметной стоимости изыскательских работ для строительства к справочникам базовых цен на инженерные изыскания: к уровню цен по состоянию на 01.01.2001 года Кинф = 6,5400	$(489 \times 5,835) \times 0,85 \times 1,15 \times 1,1$ где количество $4,1856 + 1,6494 = 5,835$ $(A \times X) \times K1 \times K2 \times K3$	3 068,03
2	Проложение ходов теодолитных (1:1000 - 1:2000): категория сложности 1, 5,835 (1 км)	СБЦ "Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (2006)" табл.61 п.1-1 (СБЦ105-61-1-1) (ОУ п.14) При проведении полевых работ без выплаты работникам полевого довольствия или командировочных $K1 = 0,85$ (ОУ п.8д таб.3) При районном коэффициенте к заработной плате 1,3 $K2 = 1,15$	$(740 \times 5,835) \times 0,85 \times 1,15$ где количество 5,835 = 5,835 $(A \times X) \times K1 \times K2$	4 220,75

1	2	3	4	5
		(2 кв 2025 (ИЗ), Письмо Минстроя России от 21.04.2025 года № 23229-ИФ/09, прил.5) Индекс изменения сметной стоимости изыскательских работ для строительства к справочникам базовых цен на инженерные изыскания: к уровню цен по состоянию на 01.01.2001 года Кинф = 6,5400		
3	Расходы по внутреннему транспорту, расстояние от базы изыскательской организации, экспедиции, партии или отряда до участка изысканий до 5 км: при сметной стоимости полевых изыскательских работ до 75 тыс. руб. - 8,75 %, 1 (руб.)	СБЦ "Инженерно-геодезические изыскания при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений (2006)" табл.4 п.1-1 (СБЦ105-4-1-1) (2 кв 2025 (ИЗ), Письмо Минстроя России от 21.04.2025 года № 23229-ИФ/09, прил.5) Индекс изменения сметной стоимости изыскательских работ для строительства к справочникам базовых цен на инженерные изыскания: к уровню цен по состоянию на 01.01.2001 года Кинф = 6,5400	(3068,03+4220,75)*8,75% (Ф1.Всего+Ф2.Всего)*8,75%	637,77
Итоги по смете:				
	Итого Поз. 1-3			7 926,55
	Всего с учетом "Индекс изменения сметной стоимости изыскательских работ для строительства к справочникам базовых цен на			51 839,64
	ВСЕГО по смете			51 839,64

Руководитель проектной организации

Директор ООО "Абаканэнергосервис"

(Данилов А.А.)

Главный инженер проекта

[подпись (инициалы, фамилия)]

(Данилов А.А.)

Начальник

[подпись (инициалы, фамилия)]

(Данилов А.А.)

Заказчик

Директор ООО "УК Инфраструктура Хакасии"

(Пауль Д.А.)

[должность, подпись (инициалы, фамилия)]



УТВЕЖДАЮ:

ООО «УК Инфраструктура Хакасии»


2025г.



СР-2

Объект: «Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский»»

Затраты на размещение строительных отходов и отходов на полигоне ТБО

№п/п	Наименование	Ед. изм.	Мусор
1	ЛСР №01-01-02	т.	2,998
2	ЛСР №02-01-02	т.	25,623
	ВСЕГО:	т.	28,621
3	Приказ № 37 от 09.12.2024г. МП «Благоустройство г. Черногорска» «О тарифах на услуги по захоронению твердых коммунальных отходов и отходов 4-5 класса опасности»	руб/т	370,00
Всего стоимость размещения отходов в текущем уровне цен.		руб.	10 589,77

Составил: Данилова Ю.В.





Общество с ограниченной ответственностью

«Абаканэнерго»

ОГРН 1121901000320; ИНН 1901105699 / КПП 190101001; г. Абакан, ул. Кирпичная, дом 7И, стр. 2

E-mail: abakanenergo@yandex.ru; Телефон: (913) 545-55-37

Член Саморегулируемой организации

Ассоциация Экспертно-аналитический центр проектировщиков «Проектный портал»

СОГЛАСОВАНО:

Директор

ООО «УК Инфраструктура Хакасии»



Д. А. Пауль

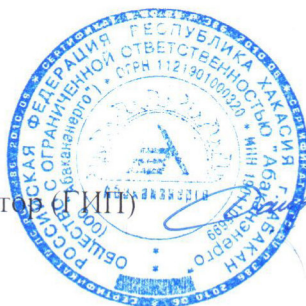


Заказчик: ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

**Строительство ЛЭП-10 кВ
от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории
Агропромышленного парка «Черногорский»**

Программа пуско-наладочных работ

Генеральный директор (ИП)



А. А. Данилов

Содержание:

1. Общие положения.....	3
2. Методика проведения пусконаладочных работ.....	3
3. Требования к организациям проводящим ПНР.....	4
4. Квалификационный состав бригады ПНР.....	4
5. Визуальный осмотр.....	5
6. Испытания.....	6
7. Критерии завершения работ ПНР.....	32
8. Оформление результатов ПНР.....	32
9. Объем пусконаладочных работ.....	32
10. Состав рабочей группы	34
11. График пуско-наладочных работ	35

Проведение пуско-наладочных работ производится в соответствии со следующими документами:

1. Общие требования

- ПУЭ (7-е издание, гл. 1.8, 2.5, 3.4) «Правила устройства электроустановок»

Требования к испытаниям электрооборудования;

Нормы приемо-сдаточных испытаний.

- ПОТЭЭ (Приказ Минтруда № 903н от 15.12.2020) «Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок»;

- ПТЭЭП (Приказ Минэнерго № 261 от 24.03.2003) «Техническая эксплуатация электроустановок потребителей».

1.2. Специализированные стандарты для ЛЭП 10 кВ

- РД 34.45-51.300-97 «Методические указания по испытаниям электрооборудования»;

- ГОСТ Р 50571.16-2007 (МЭК 60364-6:2006) «Испытания и измерения в электроустановках»;

- ГОСТ Р 58698-2019 (МЭК 61936-1:2010) «Испытания воздушных линий электропередачи»;

- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве (при монтаже ЛЭП)».

1.3. Дополнительные документы

- РД 153-34.0-20.527-98 «Методика испытаний высоковольтных выключателей»;

- РД 34.15.132-96 «Испытания разъединителей и короткозамыкателей»;

- ГОСТ 721-77 «Изоляторы линейные. Методы испытаний.»

1 Общие положения

Каждая электроустановка в ходе монтажа и/или после него, до пуска в эксплуатацию должна быть осмотрена и испытана, чтобы удостовериться, насколько это возможно, что требования НТД выполнены.

Для проведения испытаний должна быть представлена необходимая проектная документация на испытываемую электроустановку и необходимая производственная документация (сертификаты, инструкции, электрические схемы и т.д.).

В ходе визуального осмотра и испытания должны быть приняты меры предосторожности, чтобы избежать возникновения опасности для людей, повреждения имущества и установленного оборудования.

Испытания должны проводиться квалифицированным персоналом.

После испытаний должен быть составлен протокол.

2 Методика проведения пусконаладочных работ

В соответствии с СТО НОСТРОЙ 2.24.213-2016, проведение пусконаладочных работ следует разделить на следующие этапы:

1. Подготовительный этап.

2. Предмонтажная ревизия и проверка оборудования: машин и механизмов, аппаратов, арматуры, средств управления и представления информации.

3. Поэлементная приемка из монтажа и индивидуальные испытания оборудования.

4. Поузловая приемка из индивидуальных испытаний (включая необходимый контроль полноты и качества монтажа) оборудования функциональных узлов.

В соответствии со СНиП 3.05.05-84, СП 76.13330.2016 и СП 77.13330.2016 этапы поэлементной приемки из монтажа и индивидуальных испытаний оборудования не совпадают по времени для различных видов оборудования и эта

разница может быть весьма значительна. Поузловая приемка служит для проверки готовности всей разновидности оборудования узла к поузловой наладке на момент ее начала.

5. Поузловая пусковая (в дальнейшем «пусковая») наладка функциональных узлов на неработающем оборудовании (холодная наладка) и их опробование под нагрузкой. Сдача функциональных узлов из пусковой наладки в режим эксплуатации, в проверку строительно-монтажной готовности и в поузловую комплексную наладку на работающем оборудовании.

6. Опробование блока (или отдельного агрегата) с синхронизацией и набором нагрузки для проверки его полной строительно-монтажной готовности.

7. Поузловая комплексная (в дальнейшем «комплексная») наладка и испытания функциональных узлов, включая подсистемы АСУ ТП и оперативный контур блочного щита управления для отработки режимов оборудования. Опытная эксплуатация функционально-технологических узлов, включая систему контроля и управления, выявление и устранение дефектов, передача функциональных узлов в промышленную эксплуатацию. Проведение комплексного опробования блока (установки).

8. Приемка блока (установки) в эксплуатацию государственной комиссией с проведением необходимых испытаний энергооборудования и с оформлением соответствующего акта.

3 Требования к организациям проводящим ПНР

В соответствии с п.39.1 «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» от 24 декабря 2020 года электролаборатории должны быть зарегистрированы в федеральном органе исполнительной власти, осуществляющем федеральный государственный энергетический надзор (Ростехнадзор).

4 Квалификационный состав бригады ПНР

ПНР необходимо проводить квалифицированным персоналом электромонтажных организаций, имеющих в своем составе монтажно-наладочные управления, или специализированными пусконаладочными организациями.

Основной состав бригады ПНР на ВЛ (высоковольтной ЛЭП):

1. Ответственный руководитель работ (ОР)
 - Квалификация: группа по электробезопасности не ниже IV (напряжение выше 1000 В).
 - Обязанности: организация безопасного проведения работ, контроль соблюдения мер безопасности.
2. Производитель работ (наблюдающий)
 - Квалификация: группа по электробезопасности не ниже IV (напряжение выше 1000 В).
 - Обязанности: непосредственное руководство бригадой, контроль выполнения технологических процессов.
3. Члены бригады (электромонтеры, наладчики, испытатели)
 - Квалификация:
 - III группа (для работ до 1000 В);
 - IV группа (для работ выше 1000 В).
 - Обязанности: выполнение монтажа, наладки, измерений, испытаний оборудования.
4. Специалисты по измерениям и диагностике

- Квалификация: группа по электробезопасности не ниже III, дополнительная подготовка по проведению электроизмерений (например, испытания изоляции, замеры сопротивления).

5. Стропальщики, крановщики (при работе с грузоподъемной техникой)

- Квалификация: удостоверение стропальщика, крановщика, группа по электробезопасности не ниже II.

6. Охрана труда (инженер по ТБ)

- Квалификация: группа по электробезопасности не ниже IV, знание норм охраны труда.

Дополнительные требования:

- Все члены бригады должны пройти целевой инструктаж перед началом работ;

- При работах под напряжением требуется допуск по наряду-допуску и наличие II группы по электробезопасности (для работ до 1000 В) или III–IV группы (для ВЛ выше 1000 В);

- При испытаниях высоковольтным напряжением (например, мегаомметром, аппаратурой АИД-70) бригада должна включать специалистов с допуском к высоковольтным испытаниям.

Вывод:

Минимальный состав бригады ПНР на ВЛ – не менее 2 человек (производитель работ + член бригады с группой III–IV). При сложных работах (испытания, работы под напряжением) бригада расширяется до 3–5 специалистов с соответствующими допусками.

5 Визуальный осмотр

Визуальный осмотр должен предшествовать испытанию и обычно проводится при полностью отключенной электроустановке.

Визуальный осмотр проводят, чтобы удостовериться, что все стационарно установленное и подключенное электрооборудование:

- соответствует требованиям безопасности и соответствующих стандартов на оборудование. Соответствие может быть установлено визуальным осмотром маркировки (идентификацией) электрооборудования или проверкой наличия на него сертификатов соответствия;

- правильно выбрано и смонтировано в соответствии с требованиями стандартов комплекса ГОСТ Р 50571:

- не имеет видимых повреждений, снижающих его безопасность.

При визуальном осмотре проверяют соблюдение необходимых требований, предъявляемых к специальным электроустановкам или месту их расположения.

Визуальный осмотр должен включать в себя, по крайней мере:

- a) выбор методов защиты от поражения электрическим током, в том числе измерение расстояний, имеющих значение, например, для защиты путем использования ограждений, корпусов и оболочек, создания барьеров или размещения токопроводящих частей вне зоны досягаемости по [ГОСТ Р 50571.3](#), пункты 412.2 - 412.4, раздел 471; [ГОСТ Р 50571.17](#), раздел 482; [ГОСТ Р 50571.15](#), раздел 527; [ГОСТ Р 50571.5](#), раздел 43.
- b) наличие противопожарных уплотнений и других мер предосторожности, препятствующих распространению огня, и для защиты от тепловых воздействий обеспечиваются требованиями ГОСТ Р 50571.4, раздел 422; ГОСТ Р 50571.15, раздел 527;
- c) выбора проводников в соответствии с допустимыми нагрузками по току и падениями напряжения ГОСТ Р 50571.5, ГОСТ Р 50571.15, раздел 525;
- d) выбор и установочные параметры устройств защиты согласно требованиям МЭК 60364-5-

53:2002, проектной и исполнительной документации;

- е) наличие и правильное расположение соответствующих отключающих и коммутирующих устройств согласно требованиям МЭК 60364-5-53:2002 и проектной и исполнительной документации;
- ф) выбор электрооборудования и защитных мер в зависимости от внешних воздействий согласно требованиям ГОСТ Р 50571.24, подраздел 512.2, ГОСТ Р 50571.3, раздел 422, ГОСТ Р 50571.15, раздел 522;
- г) проверку маркировки (идентификации) нулевых рабочих и защитных проводников по ГОСТ Р 50571.24, подраздел 514.3;
- h) наличие схем, предупреждающих надписей или другой подобной информации по ГОСТ Р 50571.24, подраздел 514.5;
- і) проверку маркировки (идентификации) цепей, устройств защиты от сверхтоков, выключателей, клемм и др. по ГОСТ Р 50571.24, раздел 514;
- ј) правильность соединения проводников по ГОСТ Р 50571.15, раздел 526;
- к) наличие и правильный выбор защитных проводников, включая основные и дополнительные выравнивающие проводники по ГОСТ Р 50571.10;
- l) доступность удобной работы, идентификации и технического обслуживания электроустановки по ГОСТ Р 50571.24, разделы 513, 514;
 - м) наличие и правильный выбор (при необходимости) мер защиты электроустановок: в зависимости от внешних условий - ГОСТ Р 50571.17, раздел 482; защиты электроустановок до 1 кВ от перенапряжений, вызванных замыканиями на землю в электроустановках выше 1 кВ - ГОСТ Р 50571.18, раздел 442; от грозовых и коммутационных перенапряжений - ГОСТ Р 50571.19, раздел 443; от перенапряжений, вызванных электромагнитными воздействиями согласно требованиям ГОСТ Р 50571.20, раздел 444.

6 Испытания

Общие положения

В зависимости от состава используемых мер защиты должны быть выполнены следующие проверки, измерения и испытания с учетом требований «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Методическое пособие, ВНИИМС, М., 2003», предпочтительно в приведенной ниже последовательности:

1. Кабельная линия 10 кВ:
 - Испытание кабеля повышенным напряжением (см. 6.1);
 - Фазировка (см. 6.2).
2. Воздушная линия 10 кВ:
 - Измерение сопротивления заземляющего устройства (см. 6.3);
 - Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами (см. 6.4);
 - Испытание разрядников и ограничителей перенапряжения (см. 6.5);
 - Испытание коммутационного аппарата (см. 6.6).
3. Комплектная трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ:
 - Измерение сопротивления заземляющего устройства (см. 6.7);
 - Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами (см. 6.8);
 - Испытание трансформатора (см. 6.9);
 - Испытания масла на пробой (см. 6.10);
 - Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ (см. 6.11);
 - Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ (см. 6.12);

- Выключатель трехполюсный (однополюсный) напряжением до 1 кВ (см. 6.13);
- Испытание цепи вторичной коммутации (см. 6.14);
- Комплексное опробование и проверка работы основного и вспомогательного оборудования под нагрузкой (см. 6.15);
- Настройка, комплексное опробование и проверка работы КРМ (см. 6.16).

В случае если в результате какого-либо испытания выявляется несоответствие требованиям настоящего стандарта, данное испытание и любое предшествующее ему испытание, на результаты которого может оказывать влияние выявленный дефект, после устранения этого дефекта должны быть проведены повторно.

Методы проведения испытаний, описанные в данном разделе, приводятся только в качестве справочного материала. Допустимо применять также и другие методы, если они дают не менее достоверные результаты.

Средства измерений, используемые для проведения испытаний по требованиям безопасности, должны соответствовать требованиям стандартов комплекса ГОСТ Р МЭК 61557.

6.1 Испытание кабеля повышенным напряжением

Испытание кабеля 10 кВ повышенным напряжением проводится для проверки состояния изоляции и выявления скрытых дефектов.

Основные нормативные документы:

- ПУЭ (гл. 1.8, 2.3, 3.4)
- РД 34.45-51.300-97 (методика испытаний электрооборудования)
- ГОСТ 3345-76 (испытание кабелей повышенным напряжением)
- ПОТЭЭ (приказ № 903н) – требования безопасности

1. Подготовка к испытаниям

1.1. Документация и допуск

- Оформление наряда-допуска (если работы в действующей электроустановке).
- Проверка исполнительной схемы кабельной линии.
- Убедиться, что кабель отключен от сети и заземлен.

1.2. Оборудование

- Испытательная установка (АИД-70, УНК-10, УНН-10 или аналоги).
- Мегаомметр (2500/5000 В).
- Заземляющие устройства (переносные заземления).
- Указатели напряжения (для контроля отсутствия напряжения).

1.3. Подготовка кабеля

- Отключить кабель от шин РУ и нагрузки.
- Заземлить токоведущие жилы и броню (снять заземление только перед подачей напряжения).
- Установить предупредительные плакаты ("Испытания. Опасно для жизни!").

2. Проведение испытаний

2.1. Измерение сопротивления изоляции

- Мегаомметром 2500 В (для кабеля 10 кВ):
 - Между жилами и землей.

- Между жилами (при отключенных остальных).
- Норма: ≥ 10 МОм (ПУЭ, табл. 1.8.39).

2.2. Испытание повышенным напряжением постоянного тока

Параметры испытания:

- Испытательное напряжение: $6 \times U_{ном} = 60$ кВ (для кабеля 10 кВ).
- Длительность: 5–10 минут.
- Ток утечки: контролируется (обычно ≤ 300 мкА).

Порядок проведения:

1. Подать напряжение плавно (скорость $\sim 1\text{--}2$ кВ/с).
2. Выдержать 5–10 мин, фиксируя ток утечки.
3. Критерии исправности:
 - Нет пробоя изоляции.
 - Ток утечки стабилен (не растет резко).
 - После отключения напряжение падает плавно (нет остаточного заряда).

2.3. Контрольные замеры после испытания

- Повторно измерить сопротивление изоляции (должно быть не ниже исходного).
- Проверить отсутствие локальных перегревов (термография, если возможно).

3. Оформление результатов

3.1. Протокол испытаний

Параметр	Норматив (ПУЭ, РД 34.45)	Фактическое значение (пример)
Сопротивление изоляции	≥ 10 МОм	250 МОм
Испытательное напряжение	60 кВ (5–10 мин)	60 кВ, 8 мин
Ток утечки	≤ 300 мкА	150 мкА
Заключение	Годен к эксплуатации	Соответствует норме

3.2. Акт ввода в эксплуатацию

- Подписывается комиссией (представитель заказчика, подрядчик, энергонадзор).
- Прикладываются протоколы испытаний.

4. Требования безопасности

- Состав бригады:
 - Ответственный руководитель (V группа по ЭБ).
 - Производитель работ (IV группа).
 - Член бригады (III группа).
- Зона испытаний ограждается, вывешиваются плакаты.
- После испытаний кабель разряжается через заземление.

Примечание: Кабельная линия поставляется на объект на барабанах с намотками, в зависимости от размера барабанов, и составляет 150-200-250-400-500 м. Испытания каждого куска кабеля производить до монтажа и сразу после, а также всего участка целиком после установки концевых муфт.

6.2 Фазировка

Фазировка кабеля 10 кВ – обязательная процедура при пуско-наладочных работах (ПНР), которая выполняется для проверки совпадения порядка чередования фаз перед включением линии в работу.

Основные нормативные документы:

- ПУЭ (п. 3.4.20, 1.8.37) – требования к фазировке.
- ПОТЭЭ (приказ № 903н) – правила безопасности.
- РД 34.45-51.300-97 – методика проверки фаз.

1. Подготовка к фазировке

1.1. Условия проведения

- Кабель отключен от сети и заземлен (перед началом работ снять заземление);
- Напряжение подается только с одной стороны (от испытательного трансформатора или рабочего РУ);
- Используются средства защиты (диэлектрические перчатки, указатели напряжения).

2.2. Оборудование

- Указатель напряжения (УВН-10, УВНФ-10) – для проверки наличия напряжения;
- Мегаомметр – предварительная проверка изоляции;
- Фазоуказатель (при необходимости);
- Переносное заземление (для безопасного разряда).

3. Методы фазировки

3.1. Метод проверки мегомметром (бес подключения)

Применяется, если кабель еще не подключен к сети.

1. Измерение сопротивления между жилами:

- Жилы с одной стороны закорачиваются (А-А', В-В', С-С').
- С другой стороны мегомметром проверяется:
 - Сопротивление между одноименными жилами → близко к 0 Ом.
 - Между разными фазами → ∞ (обрыв).

2. Маркировка фаз (если не совпадает).

3.2. Метод подачи напряжения (наиболее точный)

Применяется при подключении к распределительному устройству (РУ).

1. Подать напряжение на одну сторону кабеля (например, от РУ-10 кВ).

2. Проверить совпадение фаз:

○ Вариант 1 (мегомметром):

▪ На свободных концах измерить напряжение между фазами с двух сторон (А-А', В-В', С-С').

- Если $U=0$ – фазы совпадают.
- Если $U \approx 10$ кВ – фазы перепутаны.

○ Вариант 2 (указателем напряжения):

- Проверить одноименные фазы (А-А', В-В', С-С').
- Если нет напряжения – фаза совпадает.
- Если есть напряжение – несовпадение.

3. Корректировка порядка фаз (при необходимости).

4. Оформление результатов

4.1. Протокол фазировки

Параметр	Норматив	Результат
Совпадение фаз (А-А')	U=0	Совпадает
Совпадение фаз (В-В')	U=0	Совпадает
Совпадение фаз (С-С')	U=0	Совпадает
Заключение	–	Фазировка выполнена

4.2. Акт ввода в эксплуатацию

- Указывается правильность чередования фаз.
- Подписывается комиссией.

5. Требования безопасности

- Состав бригады:
 - Ответственный руководитель (V группа по ЭБ).
 - Производитель работ (IV группа).
 - Член бригады (III группа).
- Заземление снимается только на время измерений.
- Использование СИЗ (диэлектрические ковры, перчатки).

6.3 Измерение сопротивления заземляющего устройства

Измерение сопротивления заземления опор воздушных линий 10 кВ проводится для проверки соответствия нормам ПУЭ и обеспечения электробезопасности.

1. Нормативные документы

- ПУЭ (п. 1.7.101, 2.5.129, 2.5.143) – нормы сопротивления заземления.
- ГОСТ Р 50571.16-2007 – методика измерений.
- РД 34.45-51.300-97 – технические требования к испытаниям.
- ПОТЭЭ (приказ № 903н) – правила безопасности.

2. Подготовка к измерениям

2.1. Требования к сопротивлению ЗУ

Наибольшее сопротивление заземляющих устройств опор ВЛ (Табл.2.5.19 ПУЭ)

Удельное эквивалентное сопротивление грунта ρ , Ом·м	Наибольшее сопротивление заземляющего устройства, Ом
До 100	10
Более 100 до 500	15
Более 500 до 1000	20
Более 1000 до 5000	30
Более 5000	$6 \cdot 10^{-3} \rho$

2.2. Оборудование

- Измеритель сопротивления заземления (М-416, ИС-10, Fluke 1625).
- Вспомогательные электроды (2 шт., забиваются в землю).
- Металлическая соединительная шина (для подключения к ЗУ).
- Мультиметр (для проверки целостности цепи).

3. Методика измерения (3-точечная схема)

3.1. Подключение измерителя

1. Отключить заземляющий провод от опоры (если он подключен к сети).
2. Забить вспомогательные электроды на расстоянии:
 - 20 м от опоры (токовый электрод С).
 - 10 м от опоры (потенциальный электрод Р).
3. Подключить измеритель:
 - Клемма "Е" – к заземлителю опоры.
 - Клемма "Р" – к потенциальному электроду.
 - Клемма "С" – к токовому электроду.

3.2. Проведение измерений

1. Выбрать диапазон (обычно 0–100 Ом).
2. Нажать "Измерение" и зафиксировать значение.
3. Повторить замер 2–3 раза для достоверности.

3.3. Альтернативные методы

- 4-точечная схема (метод Веннера) – для сложных грунтов.
- Клещи для измерения без отключения (Fluke 1630) – если нельзя разорвать

цепь.

4. Оформление результатов

4.1. Протокол измерений

Параметр	Норма (ПУЭ)	Результат (пример)
Сопротивление ЗУ, Ом	≤ 10 Ом	5.2 Ом
Удельное сопротивление грунта, Ом·м	–	120 Ом·м
Температура воздуха, °С	–	+15°С
Заключение	–	Соответствует

4.2. Акт ввода в эксплуатацию

- Указывается соответствие нормам ПУЭ.
- Подписывается ответственным за ПНР.

5. Требования безопасности

- Состав бригады:
 - Производитель работ (IV группа по ЭБ).
 - Член бригады (III группа).
- Перед измерениями убедиться в отсутствии напряжения на опоре.
- Не проводить работы во время грозы.

6.4 Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами

Проверка целостности цепи заземления - критически важная процедура, обеспечивающая электробезопасность и надежную работу ВЛ 10 кВ.

1. Нормативные документы

- ПУЭ (п. 1.7.90, 2.5.129, 2.5.143) - требования к заземляющим устройствам
- ПОТЭЭ (приказ № 903н) - правила безопасности

- РД 34.45-51.300-97 - методика испытаний
- ГОСТ Р 50571.16-2007 - методы измерений

2. Подготовительные работы

1. Визуальный осмотр:
 - Проверить целостность заземляющих спусков
 - Убедиться в отсутствии обрывов и коррозии
 - Проверить надежность болтовых соединений
2. Оборудование:
 - Миллиомметр или микроомметр (типа МИКО-1, ИКС-5)
 - Мегаомметр на 2500 В
 - Мультиметр
 - Набор инструментов для демонтажа соединений
3. Меры безопасности:
 - Работы выполнять по наряду-допуску
 - Убедиться в отсутствии напряжения на проверяемых элементах
 - Использовать СИЗ (диэлектрические перчатки, боты)

3. Методика проверки

3.1. Проверка целостности цепи (низковольтным методом)

1. Отключить заземляющий проводник от главной заземляющей шины (ГЗШ)
2. Подключить измерительный прибор между:
 - Заземлителем опоры
 - Заземляемым элементом (траверса, кронштейн и т.д.)
3. Измерить сопротивление перехода:
 - Норма: не более 0,05 Ом (ПУЭ 1.7.90)
 - Прибор должен показать значение, близкое к 0 Ом

3.2. Проверка изоляции (для исключения паразитных цепей)

1. Мегаомметром на 2500 В измерить сопротивление:
 - Между заземляющим проводником и "землей"
 - Между заземляемым элементом и "землей"
2. Норма: не менее 1 МОм

3.3. Проверка переходных сопротивлений в соединениях

1. Микроомметром измерить сопротивление:
 - Болтовых соединений
 - Сварных швов
 - Контактных площадок
2. Норма для каждого соединения: не более 0,01 Ом

4. Оформление результатов

4.1. Протокол проверки

Проверяемый параметр	Норма	Фактическое значение (пример)	Заключение
Сопротивление цепи заземления	$\leq 0,05$ Ом	0,03 Ом	Соответствует
Сопротивление изоляции	≥ 1 МОм	50 МОм	Соответствует
Переходное сопротивление соединений	$\leq 0,01$ Ом	0,005 Ом	Соответствует

4.2. Акт выполненных работ

- Указать все проверенные элементы

- Отметить выявленные дефекты (при наличии)
- Указать принятые меры по устранению

5. Требования безопасности

- Состав бригады:
 - Производитель работ (IV группа по ЭБ)
 - Член бригады (III группа)
- Обязательное использование:
 - Диэлектрических перчаток
 - Указателя напряжения
 - Переносного заземления

6.5 Испытание разрядников и ограничителей перенапряжения

1. Нормативная база

- ПУЭ (гл. 1.8, 4.2)
- ГОСТ Р 52725-2007 (ОПН)
- ГОСТ 16357-83 (разрядники)
- РД 34.45-51.300-97
- ПОТЭЭ (приказ № 903н)

2. Подготовка к испытаниям

1. Визуальный осмотр:
 - Отсутствие механических повреждений
 - Целостность изоляторов
 - Состояние контактных соединений
2. Оборудование:
 - Установка АИД-70 или аналогичная
 - Мегаомметр 2500 В
 - Микроомметр
 - Термограф (для тепловизионного контроля)
3. Меры безопасности:
 - Отключение от сети
 - Заземление токоведущих частей
 - Ограждение рабочей зоны

3. Основные испытания

3.1. Измерение сопротивления изоляции:

- Мегаомметром 2500 В
- Норма: $\geq 1000 \text{ МОм}$

3.2. Испытание повышенным напряжением:

- Для ОПН: 24 кВ (промышленная частота, 10 мин)
- Для разрядников: 26 кВ (1 мин)
- Ток утечки: $\leq 1 \text{ мА}$

3.3. Проверка срабатывания:

- Для вентильных разрядников:
 - Напряжение срабатывания: 12-15 кВ
 - Время срабатывания: $\leq 25 \text{ мкс}$

3.4. Измерение тока проводимости ОПН:

- Норма: 50-300 мкА (зависит от типа)

3.5. Тепловизионный контроль:

- ΔT не должна превышать $+5^\circ\text{C}$ относительно окружающей среды

4. Оформление результатов

Протокол испытаний:

Параметр	Норма	Результат (пример)
Сопротивление изоляции	≥ 1000 МОм	2500 МОм
Испытательное напряжение	24 кВ	Выдержано
Ток утечки	≤ 1 мА	0.5 мА
Ток проводимости ОПН	50-300 мкА	120 мкА

5. Требования к персоналу

- Состав бригады:
 - Ответственный руководитель (V гр.)
 - Производитель работ (IV гр.)
 - Член бригады (III гр.)

6.6 Испытание коммутационного аппарата

1. Нормативные документы

- ПУЭ (гл. 1.8, 2.5, 4.2)
- ГОСТ Р 52565-2006 (выключатели)
- ГОСТ 687-78 (разъединители)
- РД 34.45-51.300-97
- ПОТЭЭ (приказ № 903н)

2. Подготовительные работы

1. Визуальный осмотр:
 - Состояние изоляторов
 - Целостность контактной системы
 - Наличие смазки в механизме
 - Отсутствие коррозии
2. Оборудование для испытаний:
 - Установка АИД-70 (для высоковольтных испытаний)
 - Микроомметр МИКО-1
 - Мегаомметр 2500 В
 - Прибор для измерения времени срабатывания
 - Устройство проверки механических характеристик
3. Меры безопасности:
 - Отключение от сети с видимым разрывом
 - Вывешивание запрещающих плакатов
 - Применение переносных заземлений

3. Основные виды испытаний

3.1. Механические испытания

1. Проверка легкости хода (усилие ≤ 200 Н для ручных приводов)
2. Время срабатывания:
 - Выключатели: 0,06-0,12 с (вакуумные), 0,1-0,2 с (элегазовые)
 - Разъединители: полный цикл ≤ 4 с
3. Проверка фиксации в крайних положениях

3.2. Электрические испытания

1. Сопротивление изоляции:
 - Мегаомметром 2500 В

- Норма: ≥ 1000 МОм (между фазами и землей)
- 2. Испытание повышенным напряжением:
 - Для основной изоляции: 42 кВ (50 Гц, 1 мин)
 - Для вторичных цепей: 2000 В (1 мин)
- 3. Измерение сопротивления контактов:
 - Микроомметром
 - Норма: ≤ 80 мкОм (выключатели), ≤ 200 мкОм (разъединители)
- 4. Проверка работы управления:
 - Дистанционное включение/отключение
 - Сигнализация положений
 - Блокировочные устройства
- 3.3. Тепловизионный контроль (после подачи напряжения)
 - Допустимый перегрев: $\leq +10^{\circ}\text{C}$ относительно окружающей среды
- 4. Оформление результатов
- Протокол испытаний:

Параметр	Норма	Результат (пример)
Сопр. изоляции	≥ 1000 МОм	2500 МОм
Сопр. контактов	≤ 80 мкОм	65 мкОм
Время отключения	$\leq 0,12$ с	0,09 с
Испыт. напряжение	42 кВ	Выдержано

- 5. Требования к персоналу
 - Состав бригады:
 - Ответственный руководитель (V гр.)
 - Производитель работ (IV гр.)
 - Член бригады (III гр.)

6. Типовые дефекты и устранение

1. Заедание механизма → Чистка и смазка
2. Повышенное контактное сопротивление → Зачистка контактов
3. Пробой изоляции → Замена изоляторов
4. Несрабатывание защиты → Регулировка привода

7. Последовательность выполнения работ

1. Визуальный осмотр
2. Механические испытания
3. Измерение сопротивления изоляции
4. Испытание повышенным напряжением
5. Проверка контактной системы
6. Контроль управления
7. Тепловизионная диагностика

Вывод:

Испытания должны подтвердить:

- Механическую надежность
- Электрическую прочность
- Корректность работы всех систем

Все параметры должны соответствовать требованиям ПУЭ и ГОСТ. При обнаружении.

6.7 Измерение сопротивления заземляющего устройства

1. Нормативная база

- ПУЭ (п. 1.7.90, 1.7.101, 1.7.103)
- ГОСТ Р 50571.16-2007
- РД 34.45-51.300-97
- ПОТЭЭ (приказ № 903н)

2. Подготовка к измерениям

1. Требуемые нормы сопротивления:

- Для КТП 10/0,4 кВ: не более 4 Ом (ПУЭ 1.7.101)
- При удельном сопротивлении грунта $>100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$: $R \leq 10 \text{ Ом}$

2. Оборудование:

- Измеритель сопротивления заземления (М-416, ИС-10, Fluke 1625)
- Комплект измерительных электродов (2 шт.)
- Мультиметр для проверки целостности цепи
- Инструмент для вскрытия заземляющих коробок

3. Подготовительные работы:

- Отключить КТП от сети
- Отсоединить заземляющий проводник от главной заземляющей шины (ГЗШ)
- Очистить контактные поверхности

3. Методика измерения (3-точечная схема)

1. Установка электродов:

- Токовый электрод (С) - на расстоянии 25 м от КТП
- Потенциальный электрод (Р) - на расстоянии 15 м от КТП
- Глубина погружения электродов $\geq 0,5 \text{ м}$

2. Подключение прибора:

- Клемма "Е" - к заземлителю КТП
- Клемма "Р" - к потенциальному электроду
- Клемма "С" - к токовому электроду

3. Проведение измерений:

- Выбрать диапазон 0-10 Ом
- Провести 3-5 измерений
- Рассчитать среднее значение

4. Альтернативные методы

1. 4-точечная схема (метод Веннера):

- Для сложных грунтов
- Позволяет определить удельное сопротивление

2. Измерение клещами (без отсоединения):

- Применение: Fluke 1630
- Особенности: не требует разрыва цепи

5. Оформление результатов

Протокол измерений:

Параметр	Норма	Результат (пример)	Примечания
Сопротивление ЗУ	$\leq 4 \text{ Ом}$	2,8 Ом	Соответствует
Удельное сопротивление грунта	-	120 Ом·м	-
Температура воздуха	-	+18°C	-

6. Требования безопасности

- Состав бригады:
 - Производитель работ (IV группа по ЭБ)
 - Член бригады (III группа)
- Обязательно:
 - Использование СИЗ
 - Проверка отсутствия напряжения
 - Применение переносного заземления

7. Типовые проблемы и решения

1. Высокое сопротивление:
 - Причина: плохой контакт, коррозия
 - Решение: зачистка контактов, добавление заземлителей
2. Нестабильные показания:
 - Причина: сухой грунт
 - Решение: увлажнение места установки электродов
3. Обрыв цепи:
 - Причина: повреждение проводника
 - Решение: замена поврежденного участка

8. Особенности для разных типов КТП

1. Мачтовые КТП:
 - Дополнительная проверка заземления опоры
 - Контроль соединения с заземляющим контуром
2. Киосковые КТП:
 - Проверка контакта между корпусом и ЗУ
 - Измерение сопротивления растеканию

Вывод:

Измерения должны подтвердить:

- Соответствие нормам ПУЭ
- Целостность заземляющего контура
- Надежность всех соединений

При несоответствии нормам требуется:

1. Увеличение количества заземлителей
2. Применение химических заземлителей
3. Устройство искусственного контура

6.8 Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами

Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами в комплектной трансформаторной подстанции (КТП) 10/0,4 кВ в рамках пусконаладочных работ (ПНР) выполняется в соответствии с требованиями нормативных документов, таких как:

- ПУЭ (Правила устройства электроустановок, 7 изд.) – разделы 1.7, 1.8.
- ПТЭЭП (Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей) – разделы 2.7, 3.4.
- ГОСТ Р 50571.16-2019 (МЭК 60364-6:2016) – методы измерений.
- РД 34.45-51.300-97 (Методические указания по испытаниям электрооборудования).

Методика проверки цепи заземления в КТП 10/0,4 кВ

1. Подготовка к проверке

- Обесточить КТП, проверить отсутствие напряжения.

- Очистить контактные поверхности заземляющих проводников и заземленных элементов.
- Визуально проверить целостность заземляющих проводников, соединений и антикоррозионное покрытие.

2. Проверка цепи между заземлителями и заземленными элементами

Метод 1: Измерение сопротивления цепи "заземлитель – заземляемый элемент"

- Используется микроомметр или измеритель сопротивления заземления (тип Fluke 1625, ИС-10, MZC-300).
- Измеряется сопротивление между:
 - контуром заземления (заземлителем);
 - заземленными частями КТП (корпус, двери, рамы аппаратов, нейтраль 0,4 кВ).
- Норма: сопротивление не должно превышать 0,05 Ом (ПУЭ 1.7.101, ГОСТ Р 50571.16).

Метод 2: Проверка целостности цепи мегомметром

- Применяется мегомметр на напряжение 500–1000 В.
- Измеряется сопротивление между заземлителем и заземленными элементами.
- Норма: сопротивление должно быть близко к 0 Ом (цепь неразрывна).

Метод 3: Проверка падением напряжения (для больших токов)

- Пропускается ток 10–30 А через цепь заземления.
- Измеряется падение напряжения, рассчитывается сопротивление.
- Норма: аналогично $\leq 0,05$ Ом.

3. Проверка металlosвязи

- Убедиться, что все металлические части КТП (корпус, двери, кожухи) соединены с заземляющим контуром.
- Проверить болтовые соединения на отсутствие коррозии и надежность затяжки (момент затяжки по ТУ производителя).

4. Оформление результатов

Результаты заносятся в протокол проверки сопротивления заземления с указанием:

- даты и места испытаний;
- типа измерительного прибора;
- измеренных значений;
- соответствия нормам.

Стандартный состав бригады (2 человека)

Должность	Группа по ЭБ	Обязанности
Производитель работ (старший)	IV (до 1000 В)	Руководство процессом, проведение замеров, контроль безопасности
Член бригады (помощник)	III (до 1000 В)	Подготовка оборудования, помощь в измерениях, визуальный контроль соединений

Особые случаи (3 человека).

Дополнительный персонал требуется когда:

- Работы проводятся в действующей РУ (добавляется наблюдающий с III группой)
- Проверяется заземление в сложной конфигурации (несколько контуров)
- Работы совмещаются с другими испытаниями

6.9 Испытание трансформатора

Проверка силового трансформатора в составе комплектной трансформаторной подстанции (КТП) проводится в соответствии с требованиями:

- ПУЭ (7 изд.) – гл. 1.8, 2.1, 3.2.
- ГОСТ 3484-88 (Трансформаторы силовые. Методы испытаний).
- РД 34.45-51.300-97 (Объем и нормы испытаний электрооборудования).
- ПТЭЭП (п. 1.6, 2.7).

1. Подготовка к испытаниям

- Обесточить КТП, установить переносное заземление.
- Проверить отсутствие напряжения на всех частях трансформатора.
- Очистить изоляторы, контакты, радиаторы от загрязнений.
- Проверить уровень масла (для масляных трансформаторов) и отсутствие течей.

2. Визуальный осмотр

- Корпус и крепление: отсутствие деформаций, коррозии, надежность крепления.
- Изоляторы: отсутствие трещин, сколов, загрязнений.
- Клеммные соединения: отсутствие окислов, надежность затяжки.
- Система охлаждения (если есть): исправность вентиляторов, масляных насосов.
- Устройства РПН (если есть): проверка механизма переключения.

3. Измерение сопротивления изоляции

Прибор: мегомметр на 2500 В (для обмоток выше 1 кВ).

Объект измерения	Норма сопротивления (МОм)	Минимальное допустимое значение
Высоковольтная обмотка (10 кВ)	≥ 1000 МОм (при 20°C)	100 МОм
Низковольтная обмотка (0,4 кВ)	≥ 10 МОм	1 МОм
Обмотки относительно корпуса	≥ 100 МОм (10 кВ)	10 МОм

Методика:

1. Заземлить корпус трансформатора.
2. Измерить сопротивление между каждой обмоткой и корпусом.
3. Измерить сопротивление между обмотками ВН и НН.
4. Сравнить с паспортными данными и нормами.

4. Проверка коэффициента трансформации

Цель: убедиться, что фактический коэффициент соответствует паспортному.

Методы:

- Мостовой метод (используется измеритель типа УИКТ-3).
- Метод двух вольтметров (подача напряжения на одну обмотку и замер на другой).

Норма: отклонение не более $\pm 0,5\%$ от паспортного значения.

5. Проверка группы соединения обмоток

Цель: убедиться, что схема соединения (Y/Y_n, Δ/Y_n и т. д.) соответствует проекту.

Методы:

- Фазоуказателем (для проверки чередования фаз).
- Осциллографом (сравнение углов сдвига).
- Специальными приборами (УИКТ, РЕТОМ).

Норма: совпадение с паспортными данными.

6. Измерение сопротивления обмоток постоянному току

Цель: выявить обрывы, плохие контакты, межвитковые замыкания.

Прибор: микроомметр (МИКО-1, ИКС-50).

Норма:

- Отклонение между фазами не более 2%.
- Сравнение с заводскими данными (при +20°C).

7. Испытание повышенным напряжением

Проводится только при наличии спецоборудования!

Объект испытания	Испытательное напряжение (кВ)	Длительность (мин)
Обмотка 10 кВ	35 кВ (для новых)	1
Обмотка 0,4 кВ	2,5 кВ	1

Критерий исправности: отсутствие пробоев, резких токов утечки.

8. Проверка работы устройств РПН (если есть)

- Механическая проверка (переключение под нагрузкой и без).
- Измерение сопротивления контактов.
- Контроль сигнализации положения.

9. Проверка защиты и автоматики

- Работа газового реле (для масляных трансформаторов).
- Испытание защиты от перегрузки и КЗ.

10. Оформление результатов

Результаты заносятся в протокол испытаний трансформатора, включающий:

- дату и место испытаний;
- параметры трансформатора (тип, мощность, группа соединений);
- результаты измерений;
- заключение о пригодности к эксплуатации.

Обязательный состав бригады:

Должность	Группа по электробезопасности	Функции
Ответственный руководитель (ОР)	IV (до и выше 1000 В)	Общее руководство, контроль безопасности
Производитель работ (ПР)	IV (до и выше 1000 В)	Непосредственное проведение испытаний
Член бригады (лаборант, электромонтер)	III (до и выше 1000 В)	Помощь в подключении приборов, замеры
Наблюдающий (при работах в действующей РУ)	III	Контроль за соблюдением мер безопасности

Примечания:

- Если испытания проводятся на отключенном и заземленном оборудовании, достаточно 2 человек (ПР + член бригады).

При работах вблизи действующих частей электроустановки требуется дополнительный наблюдающий.

6.10 Испытания масла на пробой

Испытание трансформаторного масла на электрическую прочность (пробой) проводится для оценки его изоляционных свойств. Испытание масла на пробой – обязательный этап ПНР трансформаторов.

Основные нормативные документы:

- ГОСТ 6581-2015 (Масла электроизоляционные. Методы испытаний).
- ПУЭ (7 изд.) – п. 1.8.13.
- РД 34.43.105-89 (Методические указания по испытаниям электрооборудования).

1. Подготовка к испытанию

1.1. Отбор пробы масла

- Проводится чистой сухой стеклянной или металлической емкостью (объем ~1 л).
- Перед отбором маслопровод продувается тем же маслом (~5 л).
- Проба отбирается из нижней части трансформатора (через сливной кран).
- Температура масла должна быть $20 \pm 5^\circ\text{C}$ (при необходимости – прогреть на водяной бане).

1.2. Подготовка измерительной ячейки

- Используется стандартная испытательная ячейка (например, по ГОСТ 6581):
 - Два плоскопараллельных электрода (латунь или нержавеющая сталь).
 - Расстояние между электродами – $2,5 \pm 0,05$ мм.
- Перед испытанием ячейка промывается чистым маслом и протирается безворсовой салфеткой.

2. Проведение испытания

2.1. Установка пробы в прибор

- Прибор для испытания: АИМ-90, УИП-60, LEMKE LPT 70.
- Проба масла заливается в ячейку, выдерживается 5–10 мин для удаления пузырьков воздуха.

2.2. Подача напряжения

- Напряжение повышается со скоростью 2 кВ/с до пробоя.
- После пробоя – пауза 2 мин, затем повторное испытание (всего 6 пробоев).

2.3. Фиксация результатов

- Записываются значения напряжения пробоя для всех 6 испытаний.
- Итоговое значение – среднее арифметическое последних 5 пробоев (первый пробой не учитывается).

3. Нормы электрической прочности масла

Тип оборудования	Минимальное напряжение пробоя (кВ)
Трансформаторы до 35 кВ	30 кВ
Трансформаторы 110 кВ и выше	40 кВ
Масляные выключатели	25 кВ

Примечания:

- Если масло не соответствует нормам – требуется фильтрация или замена.
- После фильтрации испытание повторяют.

4. Дополнительные испытания (при необходимости)

- Влагосодержание (не более 20–40 ppm для разных классов напряжения).
- Кислотное число (не более 0,1–0,15 мг КОН/г).
- Танин-тест (на наличие продуктов старения).

5. Оформление результатов

Результаты заносятся в протокол испытаний масла, включающий:

- дату и место отбора пробы;
- тип оборудования (трансформатор, выключатель);
- напряжение пробоя (среднее значение);
- заключение о пригодности масла.

Состав бригады:

- Минимальный состав: 2 человека (один – с IV группой, второй – с III).
- При отборе проб в действующих электроустановках:
 - Производитель работ (IV группа).
 - Наблюдающий (III группа).
 - Лаборант-испытатель (II группа, если не касается токоведущих частей).

6.11 Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ

1. Нормативная база

- ПУЭ (7 изд.) - пп. 1.8.13, 1.8.23
- РД 34.45-51.300-97 - раздел 2.7
- ГОСТ Р 50571.16-2019 - методы измерений

2. Подготовительные мероприятия

1. Обесточивание:

- Полное снятие напряжения с испытываемых шин
- Вывешивание запрещающих плакатов
- Проверка отсутствия напряжения индикатором

2. Визуальный осмотр:

- Состояние изоляторов (трещины, сколы, загрязнения)
- Качество болтовых соединений (момент затяжки 50-70 Н·м)
- Отсутствие коррозии на токоведущих частях

3. Основные испытания

3.1. Измерение сопротивления изоляции

Параметр	Прибор	Норма	Условия
Сопротивление изоляции	Мегомметр 2500 В	≥ 10 МОм	При $t=20\pm 5^{\circ}\text{C}$

Методика:

1. Заземлить испытываемые шины на 2-3 мин
 2. Измерять между фазами и "фаза-земля"
 3. Длительность приложения напряжения - 60 сек
- 3.2. Испытание повышенным напряжением

Тип оборудования Испытательное напряжение Длительность

Шины до 1 кВ	1000 В	60 сек
Шины 6-11 кВ	42 кВ (перем.)	300 сек

Критерии:

- Отсутствие пробоя
 - Стабильность тока утечки (< 1 мА)
- 3.3. Проверка контактных соединений
- Микроомметром: ΔR между соседними точками $\leq 10\%$
 - Термографией (при наличии оборудования): $\Delta T \leq 5^{\circ}\text{C}$
4. Требования к персоналу
1. Состав бригады:
 - Производитель работ (IV гр. до 1000 В)
 - Член бригады (III гр.)
 - Наблюдающий (при работах в РУ)
2. СИЗ:
- Диэлектрические перчатки
 - Защитные очки
 - Каска
5. Оформление результатов
- Протокол должен содержать:
1. Схему подключения измерительных приборов
 2. Температурные поправки
 3. Сравнение с паспортными данными
 4. Заключение о пригодности к эксплуатации

6.12 Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ

1. Нормативные документы

1. ПУЭ (7 изд.) - разделы 1.8, 3.4
2. ГОСТ Р 52726-2007 - выключатели переменного тока
3. РД 34.45-51.300-97 - объем и нормы испытаний
4. ПТЭЭП - приложение 3, п. 1.6.2

2. Подготовительные работы

1. Обесточивание оборудования:
 - Отключение от всех источников питания
 - Проверка отсутствия напряжения
 - Установка переносных заземлений

2. Визуальный осмотр:

- Состояние дугогасительных камер
- Износ контактов (допустимый $\leq 20\%$)
- Герметичность (для вакуумных и элегазовых аппаратов)
- Состояние механизма привода

3. Основные испытания

3.1. Проверка механических характеристик

Параметр	Норма	Метод контроля
Время включения	$\leq 0,2$ с	Секундомером или анализатором
Время отключения	$\leq 0,1$ с	Анализатором переходных процессов
Одновременность замыкания контактов	$\Delta t \leq 2$ мс	Измерителем разновременности

3.2. Измерение сопротивления контактов

- Прибор: микроомметр (тип МИКО-1)
- Нормы:
 - Главные контакты: ≤ 80 мкОм
 - Дугогасящие: ≤ 120 мкОм
- Методика: 3-х кратный замер в разных положениях

3.3. Проверка изоляции

Испытание	Напряжение	Длительность	Норма
Мегаомметром	2500 В	60 с	≥ 1000 МОм
Повышенным напряжением	36 кВ (для 10 кВ)	300 с	Без пробоя

3.4. Проверка работы защиты

1. Проверка срабатывания максимальной токовой защиты
2. Испытание релейной защиты (для выключателей с микропроцессорной защитой)
3. Проверка работы сигнализации положений

4. Тепловизионный контроль

- Проводится под нагрузкой после включения
- Допустимый перегрев: $\leq 10^\circ\text{C}$ относительно окружающей среды

5. Требования безопасности

Состав бригады:

- Производитель работ (IV гр. выше 1000 В)
- Член бригады (III гр.)
- Наблюдающий (при работах в РУ)

СИЗ:

- Диэлектрические перчатки и боты
- Защитные очки
- Каска с изолирующим подшлемником

6. Оформление результатов

Протокол испытаний должен содержать:

1. Характеристики аппарата (тип, номинальные параметры)
2. Результаты всех измерений
3. Температурные поправки

6.13 Выключатель трехполюсный (однополюсный) напряжением до 1 кВ

1. Нормативная база

- ГОСТ Р 50030.1-2012 (Аппаратура распределения и управления)
- ПУЭ (7 изд.) - п. 1.8.17, 3.1.8
- РД 34.45-51.300-97 - раздел 2.6
- ПТЭЭП - приложение 3, п. 28.4

2. Подготовительные работы

1. Обесточивание:

- Снятие напряжения с вводных и отходящих линий
- Проверка отсутствия напряжения индикатором
- Вывешивание плакатов "Не включать! Работают люди"

2. Визуальный осмотр:

- Состояние корпуса (отсутствие трещин, сколов)
- Маркировка (соответствие номинальным параметрам)
- Плавкость вставок (для автоматических выключателей)

3. Основные испытания

3.1. Проверка механических характеристик

Параметр	Норма	Метод контроля
Усилие включения	По паспорту	Динамометром
Ход приводной рукоятки	$\pm 10\%$ от номинала	Штангенциркулем
Число операций "вкл-выкл"	≥ 10 циклов	Ручная проверка

3.2. Измерение сопротивления контактов

- Прибор: микроомметр (тип МИКО-1 или аналоги)
- Нормы:
 - Главные контакты: ≤ 50 мкОм (для номиналов до 250 А)
 - Дополнительные: ≤ 200 мкОм
- Методика: 3-х кратный замер на каждом полюсе

3.3. Проверка изоляции

Испытание	Условия	Норма
Сопротивление изоляции (мегаомметр 1000 В)	Между: - разомкнутыми контактами - токоведущими частями и корпусом	≥ 1 МОм
Испытание повышенным напряжением 2.5 кВ	Длительность 60 с	Без пробоя

3.4. Проверка времятоковых характеристик (для автоматических выключателей)

Тип защиты	Ток срабатывания	Время отключения
Тепловая	$1.45 \times I_{ном}$	≤ 1 ч (для $I_{ном} \leq 63$ А)
Электромагнитная	$3-20 \times I_{ном}$	≤ 0.1 с

3.5. Проверка работы расцепителей

1. Проверка мгновенного срабатывания (электромагнитного)
2. Испытание теплового расцепителя
3. Проверка независимого расцепителя (при наличии)

4. Требования к персоналу

1. Состав бригады:
 - Производитель работ (III гр. до 1000 В)
 - Член бригады (II гр.)
2. СИЗ:
 - Диэлектрические перчатки
 - Защитные очки
 - Инструмент с изолированными ручками

5. Оформление результатов

Протокол испытаний должен содержать:

1. Тип выключателя и номинальные параметры
2. Результаты всех измерений
3. Температуру окружающей среды
4. Заключение о соответствии нормам

6. Типовые неисправности и методы устранения

Дефект	Возможная причина	Способ устранения
Несрабатывание расцепителя	Загрязнение механизма	Очистка и смазка
Перегрев контактов	Ослабление соединений	Подтяжка контактов
Механические заедания	Износ деталей	Замена изношенных частей

7. Периодичность испытаний

- Первичные (ПНР) - перед вводом в эксплуатацию
- Эксплуатационные - 1 раз в 3 года
- Внеочередные - после КЗ или длительного простоя

6.14 Испытание цепи вторичной коммутации

1. Нормативная база

1. ГОСТ Р 50571.16-2019 (МЭК 60364-6:2016)
2. ПУЭ (7 изд.) - гл. 3.4, 1.8
3. РД 34.45-51.300-97 - раздел 4.8
4. ПТЭЭП - приложение 3, п. 28.7

2. Подготовительные работы

1. Организационные мероприятия:
 - Оформление наряда-допуска (для действующих подстанций)
 - Полное снятие оперативного тока
 - Установка предупредительных плакатов
2. Техническая подготовка:
 - Проверка комплектности схем
 - Маркировка цепей согласно исполнительной документации
 - Подготовка контрольных приборов

3. Основные испытания

3.1. Проверка целостности цепей

Параметр	Метод контроля	Норма
Непрерывность цепей	Прозвонка тестером	$R \leq 0,5 \text{ Ом}$
Отсутствие КЗ между цепями	Мегаомметром 500 В	$R \geq 1 \text{ МОм}$

3.2. Проверка изоляции

Объект проверки	Напряжение	Норма
Цепи управления	1000 В	$\geq 1 \text{ МОм}$
Цепи сигнализации	500 В	$\geq 0,5 \text{ МОм}$
Цепи измерения	2500 В	$\geq 10 \text{ МОм}$

3.3. Проверка правильности сборки схемы

1. Пофазная проверка соответствия проектным решениям
2. Контроль полярности трансформаторов тока
3. Проверка маркировки жил кабелей

3.4. Функциональные испытания

1. Проверка работы сигнальных устройств
2. Тестирование блокировочных схем
3. Контроль работы релейной защиты

4. Специальные испытания

4.1. Проверка нагрузки ТТ

Параметр	Методика	Норма
Полное сопротивление	Метод падения напряжения	$\pm 5\%$ от паспортного
Коэффициент трансформации	Специальные приборы	Погрешность $\leq 3\%$

4.2. Проверка цепей напряжения

1. Контроль правильности фазировки
2. Измерение напряжения холостого хода
3. Проверка работы счетчиков

5. Требования безопасности

1. Состав бригады:
 - Производитель работ (IV гр. до и выше 1000 В)
 - Член бригады (III гр.)
 - Наблюдающий (при работах в РУ)
2. СИЗ:
 - Диэлектрические перчатки
 - Инструмент с изолированными ручками
 - Защитные очки

6. Оформление результатов

Протокол испытаний должен содержать:

1. Схему подключения приборов
2. Результаты всех измерений
3. Перечень выявленных дефектов
4. Заключение о пригодности к эксплуатации

7. Периодичность испытаний

- Первичные (ПНР) - перед вводом в эксплуатацию
- Плановые - 1 раз в 4 года
- Внеочередные - после ремонтных работ

Примечание: Для микропроцессорных устройств РЗА применяются дополнительные испытания по методикам производителя.

6.15 Комплексное опробование и проверка работы основного и вспомогательного оборудования под нагрузкой

1. Нормативная база

1. ПУЭ (7 изд.) - гл. 1.8, 3.4
2. РД 34.20.501-95 (Правила эксплуатации)
3. ГОСТ Р 52726-2007 (Выключатели переменного тока)
4. СО 153-34.20.561-2003 (Инструкция по ПНР)

2. Этапы комплексного опробования

2.1. Подготовительный этап

- Проверка выполнения всех предварительных испытаний
- Оформление наряда-допуска
- Подготовка схем коммутации
- Проверка наличия и исправности:
 - средств защиты
 - измерительных приборов
 - аварийного освещения

2.2. Последовательность проведения

1. Холостые испытания (без нагрузки)

- Проверка работы механизмов включения/отключения
- Контроль работы сигнализации и блокировок
- Испытание устройств РЗА на срабатывание

2. Частичная нагрузка (30-50% мощности)

- Контроль температуры:
 - Масляных трансформаторов: $\leq +70^{\circ}\text{C}$
 - Сухих трансформаторов: $\leq +110^{\circ}\text{C}$
- Проверка работы системы охлаждения
- Измерение уровней вибрации (≤ 50 мкм)

3. Полная нагрузка (100% мощности)

- Продолжительность: не менее 24 часов
- Контроль параметров:
 - Напряжение на шинах 0,4 кВ ($380 \pm 10\%$)
 - Коэффициент загрузки трансформаторов ($\leq 100\%$)
 - Токовая нагрузка (пофазный контроль)

4. Аварийные режимы (имитация)

- Проверка срабатывания защит при:
 - КЗ на стороне 0,4 кВ
 - Перегрузке трансформатора
 - Однофазных замыканиях

3. Контролируемые параметры

3.1. Электрические показатели

Параметр	Допустимое значение	Прибор
Напряжение	$\pm 10\%$ от номинала	Вольтметр
Токовая нагрузка	$\leq 100\%$ $I_{ном}$	Амперметры
Коэффициент мощности	$\geq 0,95$	Анализатор качества

3.2. Тепловые параметры

Оборудование	Допустимая температура	Метод контроля
Трансформатор	По классу изоляции	Термопара/ИК-термометр
Коммутационные аппараты	$\leq 70^{\circ}\text{C}$	Тепловизор
Кабельные линии	$\leq 90^{\circ}\text{C}$	Термометр контактный

3.3. Механические характеристики

- Уровень вибрации ($\leq 0,1$ мм/с)
- Шумовые характеристики (≤ 85 дБ)

4. Требования к персоналу

1. Состав бригады:

- Руководитель работ (V гр.)
- Производитель работ (IV гр.)
- Члены бригады (не менее 2 чел., III гр.)

2. СИЗ:

- Полный комплект диэлектрических средств
- Термостойкие перчатки
- Защитные каски с подшлемником

5. Оформление результатов

Акт комплексного опробования должен содержать:

1. Протоколы всех измерений
2. Графики нагрузочных характеристик
3. Термограммы оборудования
4. Заключение комиссии:
 - Соответствие проектным решениям
 - Готовность к эксплуатации
 - Ограничения по режимам работы

6. Особые указания

1. При первом включении трансформатора:

- Контроль бросков намагничивающего тока
- Проверка работы РПН (если имеется)

2. Для КТП с АВР:

- Обязательная проверка времени переключения
- Контроль последовательности включения

Примечание: Полное время комплексного опробования должно составлять не менее 72 часов с ведением суточного журнала параметров.

6.16 Настройка, комплексное опробование и проверка работы КРМ

1. Нормативная база

- ПУЭ (гл. 1.2, 4.2, 5.3)
- ГОСТ Р 52726-2007 (Конденсаторные установки)
- РД 34.45-51.300-97
- ПОТЭЭ (приказ № 903н)
- Рекомендации производителя

2. Подготовительные работы

1. Визуальный осмотр:

- Состояние конденсаторных батарей
- Целостность изоляторов и корпусов
- Надежность электрических соединений
- Наличие маркировки

2. Проверка документации:

- Паспорт оборудования
- Схемы подключения
- Протоколы заводских испытаний

3. Оборудование для испытаний:

- Анализатор качества электроэнергии (Fluke 435, Parma)
- Мегаомметр 1000/2500 В
- Микроомметр
- Мультиметр
- Осциллограф (при необходимости)

4. Меры безопасности:

- Отключение от сети
- Разрядка конденсаторов (через штатные разрядные резисторы или дополнительное заземление)
- Ограждение рабочей зоны

3. Методика настройки и проверки

3.1. Проверка изоляции

- Мегаомметром 2500 В:
 - Между выводами конденсаторов и корпусом
 - Норма: ≥ 10 МОм

3.2. Проверка емкости конденсаторов

- Измерение емкости:
 - Сравнение с паспортными данными
 - Допустимое отклонение: $\pm 5\%$

3.3. Проверка работы автоматики

1. Настройка уставок:
 - Порог включения/отключения (обычно 0,95...0,98 по $\cos\varphi$)
 - Временные задержки (для предотвращения частых переключений)
2. Проверка ступеней регулирования:
 - Последовательное включение/отключение ступеней
 - Контроль времени переключения (обычно 10...60 сек)
3. Проверка защиты:
 - От перегрузки
 - От перекоса фаз

- От перегрева
- 3.4. Комплексное опробование под нагрузкой
 1. Измерение параметров сети до включения КРМ:
 - $\cos\varphi$
 - Ток реактивной мощности
 - Напряжение и токи по фазам
 2. Включение КРМ и контроль:
 - Изменение $\cos\varphi$ (должен стремиться к 1,0)
 - Распределение токов по фазам
 - Нагрев конденсаторов и контакторов
 3. Проверка эффективности:
 - Снижение реактивной мощности (не менее 30%)
 - Стабильность напряжения

4. Оформление результатов

Протокол испытаний:

Параметр	Норма	Результат (пример)
Сопротивление изоляции	≥ 10 МОм	50 МОм
Емкость конденсаторов	$\pm 5\%$ от номинала	+3%
$\cos\varphi$ до включения	-	0,78
$\cos\varphi$ после включения	$\approx 1,0$	0,98
Ток реактивной мощности	Снижение $\geq 30\%$	40%

Акт ввода в эксплуатацию:

- Подписывается комиссией
- Прикладываются протоколы испытаний

5. Требования к персоналу

- Состав бригады:
 - Ответственный руководитель (V группа по ЭБ)
 - Наладчик (IV группа)
 - Электрик (III группа)
- СИЗ:
 - Диэлектрические перчатки и коврики
 - Защитные очки

7 Критерии завершения работ ПНР

В ходе проведения этапа индивидуальных испытаний и по его завершению персоналом производится приемка смонтированного и налаженного электрооборудования систем в эксплуатацию для дальнейшего проведения комплексного опробования. Наладочным персоналом в журналах на рабочих местах оперативного персонала выполняются записи о завершении ПНР на этапе индивидуальных испытаний электрооборудования и о его готовности к проведению комплексного опробования. Указанные записи подтверждаются персоналом, осуществившим приемку вышеуказанного оборудования.

После проведения индивидуальных испытаний участок ПНР передает Заказчику акт об окончании пусконаладочных работ на этапе индивидуальных испытаний по данной Программе в 1 (одном) экземпляре и акт приемки электротехнического оборудования после индивидуальных испытаний (акт готовится в 5 (пяти) экземплярах). К акту приемки после индивидуальных испытаний оборудования прикладываются в 1-м экземпляре протоколы наладки.

После завершения этапа индивидуального опробования эксплуатационному персоналу ЭЦ передаются в 1-м экземпляре откорректированные по результатам ПНР принципиальные электрические схемы, необходимые для эксплуатации электрооборудования, а также систем автоматики и управления. Остальные протоколы наладки электрооборудования, систем автоматики и управления передаются в 1-м экземпляре в месячный срок после завершения комплексного опробования.

8 Оформление результатов ПНР

По результатам проведения ПНР должен быть составлен технический отчет, который представляется в территориальный надзорный орган исполнительной власти для проверки, регистрации и выдачи разрешения на ввод в эксплуатацию.

К техническому отчету должны быть приложены документы, разработанные в соответствии с 6, а также:

- акты о включении в работу и наладке автоматики основного и вспомогательного оборудования;
- сводные ведомости результатов испытаний, в которых приводятся показатели работы оборудования до и после проведения наладки;
- акт об окончании ПНР.

Форма протокола приемки электротехнического оборудования приложение Д СТО НОСТРОЙ 2.24.213-2016

9 Объем пусконаладочных работ:

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Назначение
Кабельная линия 10 кВ				
1	Испытание кабеля повышенным напряжением Испытания: До монтажа - 4шт. х 400м После монтажа - 1х400+1х800+1х1200+1х1636м	Исп.	8	Кабельная линия поставляется на объект на барабанах с намотками, в зависимости от размера барабанов, и составляет 150-200-250-400-500 м. Испытания каждого куска кабеля производить до монтажа и сразу после, а также всего участка целиком после установки концевых муфт.
2	Фазировка	шт.	5	
Воздушная линия 10 кВ				
3	Испытание коммутационного аппарата	Исп.	8	
4	Испытание разрядников и ограничителей перенапряжения	Исп.	54	
5	Измерение сопротивления заземляющего устройства	Изм.	105	
6	Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами	шт.	175	
Комплектная трансформаторная подстанция 10/0,4 кВ				
7	Измерение сопротивления заземляющего устройства (контур ТП диагональю до 20м)	Изм.	7	Определение сопротивление контура заземляющего устройства объекта
8	Испытание трансформатора:			Проверка состояния и работоспособности трансформатора
8.1	мощностью 630 кВА	Исп.	2	
8.2	мощностью 1000 кВА	Исп.	4	
8.3	мощностью 1600 кВА	Исп.	1	
9	Испытания масла на пробой (6 измерений / трансформатор)	Исп.	42	Проверка качества масла
10	Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами	шт.	63	Проверка надежности заземления элементов схемы, оборудования
11	Комплексное опробование и проверка работы основного и вспомогательного оборудования под нагрузкой	шт.	7	Окончательная проверка оборудования в сборе
12	Испытание цепи вторичной коммутации	Исп.	7	Проверка цепей учета, управления аппаратами на правильную работу
13	Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ	Исп.	7	Проверка изоляции высоковольтных проводников
14	Выключатель трехполюсный напряжением до 1 кВ с:			

14.1	электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток до 50 А	Исп.	7	Проверка отключающих способностей автоматических выключателей
14.2	электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток до 600 А	Исп.	39	Проверка отключающих способностей автоматических выключателей
14.3	электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем, номинальный ток до 1600 А	Исп.	3	Проверка отключающих способностей автоматических выключателей
15	Выключатель ОДНОполюсный напряжением до 1 кВ с: электромагнитным, тепловым или комбинированным расцепителем	Исп.	21	Проверка отключающих способностей автоматических выключателей
16	Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ	Исп.	7	Испытание и проверка выключателя нагрузки
17	Настройка, комплексное опробование и проверка работы КРМ	Компл. работ	3	

Данная программа перед проведением испытаний должна быть согласована с организацией, выполняющей пусконаладочные работы, и при необходимости откорректирована.

Требования к технике безопасности выполнения работ.

До начала работ в здании или сооружении исполнитель согласно СНиП 12-03-2001 должен ознакомиться с действующими правилами внутреннего распорядка, строго их выполнять. Получить разрешение на проведение работ согласно СНиП 12-04-2002.

Для работ в зданиях, зонах или помещениях с огнеопасными или взрывоопасными материалами исполнитель обязан получить наряд-допуск, установленный для данного предприятия.

Специалисты, участвующие в проведении испытаний должны быть аттестованы в установленном порядке на право их проведения. Иметь квалификационную группу по электробезопасности не ниже III до 1000 В.

Все испытания должны производиться с соблюдением межотраслевых правил по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок (ПОТ РМ-016-2001) и РД 153-34.0-03.150-00

Выполнение работ проводят звеном не менее двух человек.

Во время осмотра элементов электроустановки отключить питание, повесить табличку «Не включать, работают люди»

10. Состав рабочей группы

Руководитель электротехнической лаборатории _____

Инженер по испытаниям и измерениям _____

График пусконаладочных работ

График выполнения пуско-наладочных работ (ПНР) для объекта: Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский»

Состав объекта:

- Кабельная линия 10 кВ (КЛ-10 кВ) – 1,636 км;
- Воздушная линия 10 кВ (ВЛ-10 кВ) – 4,434 км (105 опор);
- Комплектная трансформаторная подстанция (КТП 10/0,4 кВ) – 7 шт.

1. Подготовительный этап (4 дня)

День	Наименование работ	Ответственный	Примечания
1-3	<ul style="list-style-type: none"> - Оформление разрешительной документации - Доставка оборудования и материалов 	Начальник ПНР, Логистическая служба	Проверка наличия сертификатов, паспортов
4	<ul style="list-style-type: none"> - Обесточивание объекта - Установка временных заземлений - Разметка зон работ 	Электротехнический персонал (IV гр.), Монтажная бригада	Оформление наряда-допуска, планы размещения оборудования

2. Индивидуальные испытания оборудования (14 дней)

День	Наименование работ	Оборудование	Нормативы
5	Кабельная линия 10 кВ: - Испытание повышенным напряжением (Уисп = 22 кВ, 5 мин) - фазировка	КЛ-10кВ	ПУЭ гл. 1.8 ГОСТ 3345-76
6-10	Воздушная линия 10 кВ: - Испытание коммутационного аппарата - Испытание разрядников и ограничителей перенапряжения - Измерение сопротивления заземляющего устройства - Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами	ВЛ-10кВ	ПУЭ гл. 2.4 РД 34.45-51.300-97
5–18	КТП 10/0,4 кВ: - Измерение сопротивления заземляющего устройства (контур ТП диагональю до 20м) - Проверка наличия цепи между заземлителями и заземленными элементами - Испытание аппарата коммутационного напряжением: до 35 кВ - Испытание сборных и соединительных шин напряжением: до 11 кВ - Испытание трансформатора - Испытания масла на пробой	Трансформатор, выключатели, РЗА	ГОСТ 3484-88 ПУЭ гл. 3.4

День	Наименование работ	Оборудование	Нормативы
	<ul style="list-style-type: none"> - Испытания выключателя трех(одно)полюсного напряжением до 1 кВ - Испытание цепи вторичной коммутации - Комплексное опробование и проверка работы основного и вспомогательного оборудования под нагрузкой 		

3. Комплексное опробование под напряжением (3 дня)

День	Наименование работ	Контролируемые параметры
19-20	Подача напряжения на КЛ-10кВ и ВЛ-10кВ: - Контроль уровней напряжения и токов	$U = 10 \pm 5\% \text{ кВ}$ Отсутствие КЗ и перегрузок
21	Включение КТП: - Холостой режим трансформатора (24 ч) - Проверка работы всей системы	Температура масла $\leq 75^\circ\text{C}$ Уровень шума $\leq 85 \text{ дБ}$

4. Сдача в эксплуатацию (1 день)

День	Наименование работ	Документы
22	<ul style="list-style-type: none"> - Составление актов выполненных работ - Передача документации заказчику - Обучение персонала 	<ul style="list-style-type: none"> - Протоколы испытаний - Исполнительные схемы - Паспорта оборудования

Итоговые сроки:

- Общая продолжительность: 22 рабочих дня
- Критический путь: Испытания КЛ, ВЛ и КТП (дни 5–18)

Особые отметки:

При неблагоприятных погодных условиях (дождь, гроза) испытания КЛ-10 кВ, ВЛ-10 кВ и КТП переносятся.

График может корректироваться по согласованию с заказчиком.

При необходимости производится ежедневный отчет о выполнении работ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

для составления сметной документации

№п/п	Перечень основных данных и требований	Основные данные и требования.
1	2	3
1.	Наименование сметной документации	Строительство ЛЭП-10кВ от ПС 110кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский»
2.	Наименование организации Заказчика	ООО «УК Инфраструктура Хакасии»
3.	Вид (характер) работ	Строительство
4.	Сметная стоимость объекта, руб.	39 000 000
5.	Источник финансирования	Федеральный бюджет, региональный бюджет
6.	Вид документации на основании которой проводится проверка	Проектная документация
7.	Требования к сметной документации	Сметная стоимость определяется с применением ресурсно-индексного метода в текущем уровне; используемая сметно-нормативная база ФСНБ-2022 (с действующими изменениями на дату составления сметной документации).
8.	Информация об использованных документах в области сметного нормирования и ценообразования для определения сметной стоимости, а также примененных индексах для перевода сметной стоимости из базисного уровня цен в текущий уровень цен	Выполнить сметную документацию в соответствии с Методикой №421/пр от 04.08.2020 г. (с действующими изменениями на дату составления сметной документации) и сметными нормативами, включенными в федеральный реестр сметных нормативов. Сметные цены строительных ресурсов и информация об индексах изменения сметной стоимости строительства по группам однородных строительных ресурсов для Республики Хакасия, размещенных в ФГИС ЦС на дату составления сметной документации.
9.	Нормативы накладных расходов по видам работ	В соответствии с Методикой от 21.12.2020 г. № 812/пр (с изменениями)
10.	Нормативы сметной прибыли по видам работ	В соответствии с Методикой от 11.12.2020 г. № 774/пр (с изменениями)
11.	Учет затрат на доставку материальных ресурсов и оборудования до объекта свыше 30 км	Не требуется
12.	Расстояние отвозки строительного мусора	8 км до полигона ТБО г. Черногорска
13.	Расстояние отвозки лишнего или подвозки недостающего грунта	Отвозка грунта 1-5 км до территории Агропромышленного парка «Черногорский»
14.	Расстояние до базы Заказчика	Не требуется
15.	Прочие затраты	Затраты по освоению территории строительства (валка леса, корчевка пней, перенос или переустройство зданий и сооружений); Затраты, связанные с организацией мероприятий в случае обнаружения археологического объекта или признаков такого объекта; Затраты на пусконаладочные работы; Вывоз строительного мусора на расстояние: 8 км Вывоз излишков грунта и подвоз недостающего на расстояние: 1-5 км _____ Затраты на размещение, утилизацию строительного мусора, грунта, прочих отходов:
16.	Резерв средств на непредвиденные работы и затраты	3%
17.	Затраты, связанные с уплатой налога на добавленную стоимость	20% (Методика №421/пр от 04.08.2020г п.181)
18.	Контактное лицо сметчика	Данилов Артем Анатольевич.

		Тел.+7 (913) 545-55-37. e-mail: abakanenergo@yandex.ru
19.	Контактное лицо Заказчика	Главный инженер Сыроквашин Сергей Викторович, Тел.+7 (908) 220-61-00. e-mail: ssv-081072@mail.ru

Директор ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

«27» июня 2025 г.



Д. А. Пауль



ПРАВИТЕЛЬСТВО
РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ
МИНИСТЕРСТВО
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ
РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

(МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ ХАКАСИИ)

ХАКАС РЕСПУБЛИКАНЫҢ
ПРАВИТЕЛЬСТВОЗЫ
ЭКОНОМИКА ТИЛПЧЕҢ
МИНИСТЕРСТВОЗЫ

ул. Советская, 45, г. Абакан,
Республика Хакасия, 655017
тел. 8 (3902) 248-200, факс 248-200 (доб. 100)
E-mail: mineconom@r-19.ru
ОКПО 87238374, ОГРН 1091901001939
ИНН/КПП 1901090185/190101001

от 18.08.2025 г. №050-4693

Директору
ООО «Управляющая компания
Инфраструктура Хакасии»

Паулю Д.А.

О предполагаемой (предельной)
стоимости строительства

Уважаемый Денис Анатольевич!

Во исполнение статьи 49 Градостроительного кодекса Российской Федерации, руководствуясь подпунктом «л7» пункта 13 раздела II постановления Правительства Российской Федерации от 03.05.2007 № 145 «О порядке организации и проведения государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий» по объекту «Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский» подтверждаю предполагаемую (предельную) стоимость строительства указанного объекта капитального строительства, которая не должна превышать в текущих ценах 39 000,00 тысяч рублей, включая НДС.

Финансирование строительства объекта предполагается:

- с привлечением средств федерального бюджета в рамках индивидуальной программы социально экономического развития Республики Хакасия на 2025–2030 годы, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 19.12.2024 № 3874-р (99 % - 38 610,00 тысяч рублей);
- с привлечением средств республиканского бюджета в рамках государственной программы Республики Хакасия «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности», утвержденной постановлением Правительства Республики Хакасия от 01.11.2016 № 531 (1 % - 390,00 тысяч рублей).

Министр экономического развития
Республики Хакасия

Р.В. Ковтун

Хамедова Инна Александровна,
(3902) 248-200 (доб. 273)



ООО «УК Инфраструктура Хакасии»

655017, Республика Хакасия, г. Абакан, ул. Крылова, 47А
тел. +79134434177 E-mail: Uk.IKhakassii@yandex.ru
ИНН 1900014583 /КПП 190001001 ОГРН1241900001903
Р/сч.40702810704000099954 в ДО Хакасский Сибирского
филиала ПАО «Банк ПСБ»
БИК 045004816 Кор./сч. 30101810500000000816

Исх. № 158/25 от 21.08.2025г.

О представлении данных для проектирования

Генеральному директору
ООО «Абаканэнерго»

А.А. Данилову

E-mail: abakanenergo@yandex.ru

Уважаемый Артем Анатольевич!

ООО «УК Инфраструктура Хакасии» согласовывает включение в сводный сметный расчет непредвиденные расходы в размере 3 % для объекта «Строительство ЛЭП-10 кВ от ПС 110 кВ «Черногорская» до территории Агропромышленного парка «Черногорский»».

Директор

Д.А. Пауль

Сыроквашин Сергей Викторович,
8(908)220-61-00