



Общество с ограниченной ответственностью  
**АльянсЭнергоСтройПроект**

**СТРОИТЕЛЬСТВО ПС 110 КВ ЕРМОЛИНО С УСТАНОВКОЙ ДВУХ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ МОЩНОСТЬЮ 25  
МВА КАЖДЫЙ И ЗАХОДОВ ОТ ВЛ 110 КВ ИКША - БЕЛЫЙ РАСТ № 3  
НА ПС 110 КВ ЕРМОЛИНО С ОБРАЗОВАНИЕМ ВЛ 110 КВ ИКША I - ЕР-  
МОЛИНО И ВЛ 110 КВ БЕЛЫЙ РАСТ - ЕРМОЛИНО**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3. Технологические и конструктивные решения линейного объекта.**

**Искусственные сооружения**

**Часть 1. Электротехнические решения**

**Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1**

**Том 3.1**

РОССЕТИ



0 120000 780143



Общество с ограниченной ответственностью  
**АльянсЭнергоСтройПроект**

**«СОГЛАСОВАНО»**

Главный инженер проекта

ООО «СвязьЭнергоСтрой»

\_\_\_\_\_ П.А. Александров

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025г.

**СТРОИТЕЛЬСТВО ПС 110 КВ ЕРМОЛИНО С УСТАНОВКОЙ ДВУХ  
ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 110/10 КВ МОЩНОСТЬЮ 25  
МВА КАЖДЫЙ И ЗАХОДОВ ОТ ВЛ 110 КВ ИКША - БЕЛЫЙ РАСТ № 3  
НА ПС 110 КВ ЕРМОЛИНО С ОБРАЗОВАНИЕМ ВЛ 110 КВ ИКША I - ЕР-  
МОЛИНО И ВЛ 110 КВ БЕЛЫЙ РАСТ - ЕРМОЛИНО**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

**Раздел 3. Технологические и конструктивные решения линейного объекта.**

**Искусственные сооружения**

**Часть 1. Электротехнические решения**

**Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1**

**Том 3.1**

Технический директор

Д.А. Семин

Главный инженер

С.А. Шеманаев

Главный инженер проекта

К.С. Зотов

2025г.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

## Содержание тома

Содержание тома ..... 2

Состав проектной документации ..... 5

1	Топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, метеорологические и климатические условия участка под строительство ВЛ .....	6
2	Особые природно-климатические условия земельного участка под строительство .....	10
3	Сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании линейного объекта.....	12
4	Сведения об уровне грунтовых вод, их химическом составе, агрессивности по отношению к материалам изделий и конструкций подземной части линейного объекта .....	14
5	Сведения о категории и классе линейного объекта.....	15
6	Сведения о проектной мощности .....	16
7	Показатели и характеристики технологического оборудования и устройств линейного объекта.....	17
7.1	Показатели по трассе линии электропередачи .....	17
7.2	Исходные данные для проектирования .....	17
7.3	Цели проведения работ .....	18
7.4	Сведения о соблюдении в проектной документации норм, правил, инструкций и стандартов .....	18
7.5	Трасса ВЛ 110 кВ. Краткая характеристика.....	19
8	Электротехнические решения .....	20
8.1	Провод линии электропередачи .....	20
8.2	Грозозащитный трос.....	20
8.3	Изоляция и линейная арматура .....	21
8.4	Защита линии от перенапряжений .....	23
8.5	Защита линейной изоляции от загрязнения птицами.....	23
8.6	Защита проводов и тросов от вибрации и пляски .....	24
8.7	Мониторинг состояния ВЛ .....	24
8.8	Маркировка ВЛ.....	24
8.9	Пересечение линий препятствий .....	25

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата			
Разраб.		Разуваев			08.25	Пояснительная записка	Стадия	Лист
Пров.		Нестеров			08.25		П	1
								Листов
Н.контр.		Разуваев			08.25		ООО «Альянсэнергостройпроект» г. Нижний Новгород	
ГИП		Зотов			08.25			

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

8.10	Заземление линии электропередачи.....	25
8.11	Демонтажные работы .....	25
9	Перечень мероприятий по энергосбережению .....	26
10	Обоснование количества и типов оборудования, используемых в процессе строительства линейного объекта .....	27
11	Сведения о численности и профессионально-квалификационном составе персонала.....	28
12	Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда в процессе эксплуатации линейного объекта .....	29
12.1	Охрана труда и техника безопасности производства работ .....	29
12.2	Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда в процессе эксплуатации реконструируемой ВЛ 110 кВ.....	30
13	Автоматизированные системы управления технологическими процессами, автоматические системы по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта .....	32
14	Описание и обоснование проектных решений при реализации требований, предусмотренных статьей 8 Федерального закона «О транспортной безопасности».....	33
15	Описание решений по организации ремонтного хозяйства, его оснащенность.....	34
	<b>Перечень сокращений .....</b>	<b>36</b>
	<b>Список нормативно-технической литературы .....</b>	<b>37</b>
	<b>Лист регистрации изменений .....</b>	<b>39</b>
	<b>Графические материалы .....</b>	<b>40</b>
	<b>Приложения .....</b>	<b>57</b>

Обозначение	Наименование	Стр.
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-01	Ситуационный план заходов ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино на ПС 110 кВ Ермолино	41
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-02	План заходов ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино на ПС 110 кВ Ермолино	42 – 43
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-03	Схема фазировки	44
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-04	Натяжная двухцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	45
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-05	Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	46

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-С	Лист
							2

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-06	Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 70/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ	47
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-07	Поддерживающая одноцепная изолирующая из изолятора ЛКП 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ	48
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-08	Натяжное изолированное из изолятора ПС70Е крепление троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам и порталам ВЛ 110 кВ	49
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-09	Схема установки птицевозащитных устройств	50
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-10	Ведомость заземляющих устройств	51
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-11	Ведомость оборудования	52
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-12	Ведомость монтажных материалов	53
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-13	Ведомость демонтажных работ	54
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-14	Механический расчет провода АС 150/24	55
Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-15	Механический расчет троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН	56

### Приложения

Обозначение	Наименование	Стр.
Приложение А	Спецификация на оптический кабель, встроенный в грозозащитный трос марки ГТК20-47/23-10.9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН	58 – 59
Приложение Б	Ведомость объемов работ	60
Приложение В	Рекомендации по установке гасителей вибрации	61-63
Приложение Г	Расчет заземляющих устройств	64-72
Приложение Д	Расчет термической устойчивости ГТК20-47/23-10.9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН	73-78

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-С	Лист
							3
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

## Состав проектной документации

Состав проектной документации по титулу «Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино» представлен в томе Д208320-330739ПИР-227.0-СП «Состав проектной документации».

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ			
Разраб.		Разуваев			08.25	Пояснительная записка	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Нестеров			08.25		П	1	1
							ООО «Альянсэнергостройпроект» г. Нижний Новгород		
Н.контр.		Разуваев			08.25				
ГИП		Зотов			08.25				

# 1 Топографические, инженерно-геологические, гидрогеологические, метеорологические и климатические условия участка под строительство ВЛ

Объект строительства расположен на территории Московской области в южной части Дмитровского района.

В гидрологическом отношении территория изысканий расположена в правобережной части канала им. Москвы.

Северная часть исследуемой территории принадлежит к бассейну р. Базаровка – приток первого порядка канала им. Москвы; южная часть территории – к бассейну р. Саморядовка – приток второго порядка канала им. Москвы.

Базаровка – река в Московской области, приток канала им. Москвы в районе ж/д станции Икша. До постройки канала им. Москвы являлась притоком р. Икша.

Длина р. Базаровка составляет 6 км. Течет преимущественно с запада на восток. Истоком водного объекта является небольшой пруд, обустроенный в южной части д. Лупаново (0.85 км на северо-запад от проектируемого объекта).

В нижнем течении в районе ж/д станции Икша река Базаровка пересекает Дмитровское шоссе и железнодорожную линию Савеловское МЖД, а затем впадает в канал им. Москвы между шлюзами №5 и №6.

Саморядовка — река в Московской области, левый приток р. Уча. Берёт начало в 0,5 км к западу от деревни Кузьево (1.3 км на запад от самой южной точки проектируемого объекта), впадает в реку Учу ниже деревни Сухарево.

Длина — 13 км, площадь водосборного бассейна — 44,2 км<sup>2</sup>.

По данным Государственного водного реестра России, исследуемые водотоки относятся к Окскому бассейновому округу. Речной бассейн — Ока, речной подбассейн — бассейны притоков Оки до впадения Мокши, водохозяйственный участок — Москва от Рублевского г/у до в/п с. Заозерье без р. Пахра.

В геоморфологическом отношении участок изысканий находится в пределах Смоленско-Московской возвышенности. Согласно схематической карте геоморфологического районирования масштаба 1:1500000, территория относится к области моренного рельефа в пределах московского оледенения, переработанного последующими эрозионными процессами, и водно-ледниковых равнин того же оледенения. Для территории характерен равнинный сложно-расчленённый рельеф с чередованием плосковершинных невысоких холмов (10-15 метров), местами объединенных в полого-волнистые моренные гряды, с глубо-

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Пояснительная записка		
Разраб.		Разуваев			08.25	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Нестеров			08.25	П	1	34
Н.контр.		Разуваев			08.25	ООО «Альянсэнергостройпроект» г. Нижний Новгород		
ГИП		Зотов			08.25			

кими балками и оврагами, речными долинами и понижениями, в которых локализуются озера и болота.

Естественный рельеф на застроенных участках частично изменён в результате антропогенной деятельности, местами осложнён коммуникациями и насыпями автомобильных дорог, зданиями и строениями. Местами поверхность имеет волнистый характер с широкими, очень плоскими и пологими понижениями — долинами, слабовыраженными в рельефе. Участок без резких перепадов высот. Абсолютные отметки высот находятся в пределах 200-210 м Бс, Наименьшие отметки приурочены к балкам и временным водотокам, прилегающих к участку работ. Условия проходимости – удовлетворительные.

Геологическое строение. В геологическом строении принимают участие Современные техногенные отложения, Нерасчлененный комплекс верхнечетвертичных субаэральных образований, Ледниковые отложения, Нижнемеловые отложения альбского яруса, Нижнемеловые отложения аптского яруса, Нижнемеловые отложения нерасчлененных берриасского, готеривского и барремского ярусов.

В почвенном покрове абсолютно доминируют дерново-подзолистые почвы на среднесуглинистых и тяжелосуглинистых почвообразующих грунтах.

Подземные воды представлены Окско-Протвинским и Подольско-Мячковским Водоносным Горизонтом. Подольско-Мячковский водоносный горизонт служит основным источником водоснабжения района. Питание происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков в местах отсутствия верхнего водоупора и перетока из выше - и нижележащих водоносных горизонтов. Окско-Протвинский водоносный горизонт напорный.

Растительный покров для исследуемой территории характерен для лесной природной зоны. В естественных условиях в растительном покрове преобладают еловые леса со слабо развитым подлеском, а также березняки на восстанавливающихся участках.

Согласно СП 131.13330.2020 климатические характеристики принимают по ближайшей репрезентативной метеостанции, расположенной в схожих географических условиях, на удалении не превышающей 100 км от района изысканий.

Степень метеорологической изученности территории изысканий в целом, в соответствии с приложением Д СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства», устанавливается изученной. Данные наблюдений отвечают требованиям таблицы Д.1.

Для составления климатической характеристики района изысканий были использованы материалы наблюдений метеорологической станции (м.ст.) Дмитров.

Климатические характеристики участка изысканий холодного и теплого периодов приведены по метеостанции Дмитров, как ближайшей метеорологической станции, приведенной в СП 131.13330.2020.

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	вях, на удалении не превышающей 100 км от района изысканий.						
			Степень метеорологической изученности территории изысканий в целом, в соответствии с приложением Д СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства», устанавливается изученной. Данные наблюдений отвечают требованиям таблицы Д.1.						
Для составления климатической характеристики района изысканий были использованы материалы наблюдений метеорологической станции (м.ст.) Дмитров.									
Климатические характеристики участка изысканий холодного и теплого периодов приведены по метеостанции Дмитров, как ближайшей метеорологической станции, приведенной в СП 131.13330.2020.									
						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ			Лист
									2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата				



Для составления климатической характеристики использовались сведения электронного справочника Климат России, справки НПК «Атмосфера»

По климатическому районированию для строительства относится к району II В.

Характеристики климатических условий представлены по репрезентативной метеорологической станции Дмитров:

- среднегодовая температура воздуха 4,6 °С;
- абсолютный максимум температуры воздуха – 38,4 °С;
- абсолютный минимум температуры воздуха - минус 42,5 °С;
- высота снежного покрова Р=1 % – 82 см;
- расчетный суточный максимум осадков Р=1 % – 116 мм.

Климатические параметры холодного и теплого периода приведены по м. ст. Дмитров, в соответствии с СП 131.13330.2020 (табл. 1.1, табл. 1.2)

Таблица 1.1 - Климатические параметры холодного периода года по м. ст. Дмитров (СП 131.13330.2020)

Климатические параметры холодного периода						Дмитров
Наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98, °С						-35
Наиболее холодных суток обеспеченностью 0,92, °С						-31
Наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,98, °С						-29
Наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С						-26
Температура воздуха обеспеченностью 0,94 (соответствует температуре воздуха наиболее холодного периода), °С						-14
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С						-43
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С						6,4
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 0°С, дни/средняя температура						143/-6,0
Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха ниже 8°С, дни/средняя температура периода						210/-2,8
Продолжительность периода со средней суточной температурой воздуха ниже 10°С, дни/средняя температура периода						228/-1,8
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца, %						83
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль						Ю

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
-------------	--------------	--------------

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							3

Таблица 1.2 - Климатические параметры теплого периода года по м. ст. Дмитров (СП131.13330.2020)

Климатические параметры теплого периода	Дмитров
Температура воздуха обеспеченностью 0,95, °C	21
Температура воздуха обеспеченностью 0,98, °C	25
Средняя максимальная температура воздуха наиболее тёплого месяца, °C	24,0
Абсолютная максимальная температура воздуха, °C	38
Средняя суточная амплитуда температуры наиболее тёплого месяца, °C	10,3
Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца, %	64
Средняя месячная относительная влажность воздуха в 15 ч наиболее теплого месяца, %	50
Суточный максимум осадков, мм	81
Преобладающее направление ветра за июнь-август	В

Нормативное значение веса снегового покрова рекомендуется принять равным 1,5 кПа (Согласно табл. 10.1 СП 20.13330.2016, что соответствует III району по снеговой нагрузке).

Нормативное значение ветрового давления 0,23 кПа (что соответствует I району по давлению ветра СП 20.13330.2016).

Нормативная толщина стенки гололёда для высоты 10 м над поверхностью земли повторяемостью 1 раз в 5 лет – 5 мм, СП 20.13330.2016 (II гололёдный район).

Создаваемые сооружения в районе изысканий не окажут влияния на климатические условия данной местности.

Согласно данным, представленным в ПУЭ-7 район изысканий, располагается в пределах:

II района по ветровому давлению (500 Па);

II района по толщине стенки гололеда (15 мм).

Изм. №подл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							4
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

## 2 Особые природно-климатические условия земельного участка под строительство

В соответствии с СП 482.1325800.2020 в районе изысканий наблюдаются опасные метеорологические явления, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Метеорологические процессы и явления

Вид опасного метеорологического процесса, явления	Характеристика и критерий опасного метеорологического процесса, явления	Наблюдается/не наблюдается
Смерч	Сильный маломасштабный атмосферный вихрь диаметром до 1000 м, в котором воздух вращается со скоростью до 100 м/с	Наблюдался 14.07.1994 24.07.1993
Сильный ветер	Движение воздуха относительно земной поверхности с максимальной скоростью 25 м/с и более; на побережье арктических и дальневосточных морей и в горных районах — 35 м/с и более	Наблюдается Максимальная скорость ветра 28 м/с Июнь 1984 г
Очень сильный дождь (мокрый снег, дождь со снегом)	Количество осадков не менее 50 мм за период не более 12 ч	Наблюдается Количество выпавших осадков 71,4 (за период 2 часа) Июль 1991 г Количество выпавших осадков 78,6 (за период 2 часа) Июль 2004 г
Сильный ливень	Количество осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч	Наблюдается. Количество выпавших осадков 31,7 (за период не более 1 часа) Июль 2004 г
Дождь	Количество осадков не менее 30 мм за период не более 1 ч Дождь Слой осадков более 30 мм за 12 ч и менее в селевых и лавиноопасных районах. Более 50 мм за 12 ч и менее на остальной территории, более 100 мм за 2 сут и менее, более 150 мм за 4 сут и менее, более 250 мм за 9 сут и менее, более 400 мм за 4 сут и менее	Наблюдается. Количество осадков 78,6 мм (за период 12 часов) Июль, Август 2016 г Количество выпавших осадков 71,4 (за период 2 часа) Июль 1991 г
Продолжительные сильные дожди	Количество осадков не менее 100 мм за период более 12 ч, но менее 48 ч	Наблюдается Количество осадков 113 мм (за период не более 48 часов) Август 2016 г

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

Лист

5

Вид опасного метеорологического процесса, явления	Характеристика и критерий опасного метеорологического процесса, явления	Наблюдается/не наблюдается
Крупный град	Град диаметром не менее 20 мм	Наблюдается Град диаметром 20 мм 11.06.1994 г Град диаметром 50 мм 20.05.1995 г
Сильное гололедно- изморозевое отложение на проводах	Диаметр отложения на проводах гололедного станка не менее 20 мм для гололеда, не менее 35 мм для сложного отложения или мокрого снега, не менее 50 мм для зернистой или кристаллической изморози	Наблюдается. Отложения на проводах гололедного станка 20 мм 21.02.1996
Сильный туман	Видимость при тумане не более 50 м	Наблюдается 08.11.1991 13.10.1991 Видимость менее 50 м

Наводнения, цунами, лавины, селевые потоки и опасные русловые процессы в пределах района изысканий не наблюдаются.

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

Лист

6



Слой-1а – (solQIV) – почвенно-растительный слой.

ИГЭ-2 – (prQIII) – глина легкая полутвердая.

ИГЭ-3 – (prQIII) – суглинок тяжелый полутвердый.

ИГЭ-4 – (gQIIms) – суглинок тяжелый твердый.

ИГЭ-5 – (gQIIms) – суглинок тяжелый мягкопластичный.

Грунты зоны аэрации (ИГЭ 1, 2) по содержанию сульфатов неагрессивны по отношению к бетонам марок W4-W20 (портландцемент, шлакопортландцемент и сульфатостойкие), согласно приложению В СП 28.13330.2017.

Грунты зоны аэрации (ИГЭ 1, 2) по содержанию хлоридов неагрессивны к арматуре железобетонных конструкций по отношению к бетонам марок W4-W14, согласно приложению В СП 28.13330.2017.

Грунты зоны аэрации (ИГЭ 1, 2) высокоагрессивны по отношению к углеродистой и низколегированной стали, согласно ГОСТ 9.602-2016.

Из специфических грунтов на участке изысканий были встречены техногенные отложения, представленные насыпью существующих автомобильных дорог (при настоящих изысканиях не изучалась) и техногенными грунтами Слой-1 – (tQIV) – представленными суглинком с включением песка и щебня. Грунты Слой-1 вскрыты скважинами №№ 1-5,8,11-12,15,19,27. Мощность 0,20- 0,30 м. Грунты не слежавшиеся. Техногенные грунты характеризуются неравномерной сжимаемостью, различной длительностью процесса уплотнения грунтов.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №		Лист		
											Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	8







## 6 Сведения о проектной мощности

Проектом предусматриваются электротехнические решения по строительству заходов на проектируемую ПС 110 кВ Ермолино вновь образованных ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино.

Протяженность заходов составляет:

- ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино – 358,1 м;
- ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино – 209,4 м.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							11
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		



ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино».

## 2. Материалы изысканий.

### 7.3 Цели проведения работ

Целью проектирования является разработка документации на строительство заходов вновь образуемых ВЛ 110 кВ на проектируемую ПС 110 кВ Ермолино.

Территорией действия проектируемого сооружения связи является Московская область на территории Российской Федерации.

Заказчиком и оператором проектируемой ВЛ является ПАО «Россети».

Вид строительства вновь образуемых ВЛ 110 кВ - реконструкция. Собственником используемых объектов электроэнергетики является ПАО «Россети». Стадия проектирования определена как «П» - проектная документация.

Целью строительства настоящего сооружения является развитие единой энергосистемы ПАО «Россети».

### 7.4 Сведения о соблюдении в проектной документации норм, правил, инструкций и стандартов

В проектной документации по титулу: «Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино» соблюдены нормы, правила, инструкции и государственные стандарты.

Принятые технологии, оборудование, строительные решения, организация производства и труда соответствуют современному уровню проектирования и новейшим достижениям отечественной науки и техники.

Разработка проектной документации и выполнение строительных работ должны проводиться в соответствии с:

- Положение об информационном взаимодействии между АО «СО ЕЭС» и ПАО «ФСК ЕЭС» в сфере обмена технологической информацией (протокол технического совещания между АО «СО ЕЭС» и ПАО «ФСК ЕЭС» от 22.03.2017);

- СПДС. Основные требования к проектной и рабочей Документации ГОСТ Р 21.1101-2020;

- Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (действующая редакция);

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		13
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

- ПУЭ. Издание 7.

Заводы-изготовители оборудования и материалов, применяемых при строительстве, должны быть аттестованы в ПАО «Россети».

### 7.5 Трасса ВЛ 110 кВ. Краткая характеристика

В административном отношении вновь образуемые ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино проходят по территории Московской области РФ.

Началом реконструируемого участка ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино является существующая анкерно-угловая опора типа У5м № 18 ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3.

От опоры № 18 трасса вновь образуемой ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино следует на юго-запад к проектируемой ПС 110 кВ Ермолино. ОРУ 110 кВ ПС Ермолино расположено с юго-восточной стороны подстанции. Конечной точкой ВЛ является проектируемый приемный портал 110 кВ.

Началом реконструируемого участка ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино является существующая анкерно-угловая опора типа У5м № 20 ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3.

От опоры № 20 трасса вновь образуемой ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино следует в северо-западном направлении к проектируемой ПС 110 кВ Ермолино. Конечной точкой ВЛ является проектируемый приемный портал 110 кВ.

Вновь образуемая ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино пересекает автодорогу в пролете между существующей опорой №18 и проектируемой опорой №19.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №		Лист		
											Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	14

## 8 Электротехнические решения

### 8.1 Провод линии электропередачи

На существующей ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3 подвешено 2 типа провода – АС 150/24 и АС 120/19. На заходах ВЛ 110 кВ на проектируемую ПС 110 кВ Ермолино принимается провод АС 150/24 – аналогично проводу с большим сечением на существующей ВЛ.

Провод АС 150/24 – это неизолированный сталеалюминиевый провод, сердечник которого выполнен из стальных проволок, а остальная часть — из алюминиевых проволок. В изготовлении используются нержавеющая сталь и алюминий.

В пролетах ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино сущ. опора № 22 – проект. опора №24 и ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино сущ. опора №18 – портал ПС 110 кВ Ермолино предусмотреть замену существующего провода АС 120/19 на новый провод АС 150/24.

Таблица 8.1.1 - Основные характеристики провода АС 150/24 по ГОСТ 839-2019

Параметр	Значение
Диаметр провода, мм	17,1
Сечение провода, мм <sup>2</sup>	173,2
Погонная масса, т/км	0,599
Электрическое сопротивление 1 км провода постоянному току, Ом	0,2039
Допустимый длительный ток (при температуре провода +70°C, при температуре воздуха +25°C), А	450
Разрывное усилие провода, кН	52,279
Допустимое напряжение в режимах максимальной нагрузки и наименьшей температуры, кгс/мм <sup>2</sup>	13,05
Допустимое напряжение в среднеэксплуатационном режиме, кгс/мм <sup>2</sup>	8,7

### 8.2 Грозозащитный трос

Для защиты от прямых ударов молнии на вновь сооружаемом заходе ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино на ПС 110 кВ Ермолино предусматривается подвеска грозотроса типа ГТК. На ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино предусматривается подвеска ОКГТ по всей длине ВЛ.

Рассматриваемые грозотросы включены в перечень оборудования, технологии и материалов, допущенных к применению на объектах ПАО «Россети».

Нормируемое расстояние между фазным проводом и грозозащитным тросом в середине пролета обеспечено принятым максимальным напряжением в тросе. Механический расчет троса выполняется по методу допускаемых напряжений.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

Защита грозозащитного троса от вибрации осуществляется многочастотными виброгасителями типа ГВП.

***Преимущества грозозащитного троса ГТК перед традиционными тросами:***

1. Высокая коррозионная стойкость. Все стальные проволоки покрыты алюминием, который в несколько раз эффективнее защищает сталь от коррозии.
2. Высокая надежность. Биметаллическая проволока, полученная с помощью технологии плакирования, адгезирует алюминий со сталью на молекулярном уровне, после чего даже при сильном механическом воздействии невозможно снять алюминий со стали, в результате провод не может быть подвержен коррозии вследствие нарушения защитного покрова.
3. Стойкость к высоким температурам. Цинковое покрытие растрескивается и слетает со стали при температуре свыше 100°C, а трос, выполненный из плакированных проволок, выдерживает температуру до 400°C, сохраняя при этом все эксплуатационные характеристики.
4. Стойкость к повышенным токам короткого замыкания. Алюминий составляет 25% от всего сечения троса и соответственно обладает большей проводимостью.
5. Плакированный трос не может стать причиной аварийной ситуации. Все проволоки троса преформированы таким образом, чтобы при обрыве одной или нескольких проволок они не выплетались из повива.
6. Низкая нагрузка на опоры. Вес плакированного троса меньше стального на 20-30%, что значительно снижает нагрузку на опоры. При одинаковом тоннаже со стальным тросом, плакированный трос составляет значительно больший объем в километраже.
7. Срок эксплуатации плакированного троса составляет 50 лет.
8. Плакированный грозотрос стоек к эоловой вибрации и галопированию.
9. Простота монтажа. Плакированный трос аналогичен по габаритным размерам традиционным тросам, соответственно монтируется в стандартных зажимах.

**8.3 Изоляция и линейная арматура**

Для вновь образуемых ВЛ 110 кВ принята II степень загрязнения атмосферы – аналогично СЗА на существующей ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3.

Расчетные усилия на изоляторы и линейную арматуру определяются по методу разрушающих нагрузок в нормальных и аварийных режимах работы ВЛ в соответствии с п. 2.5.100 - 2.5.102 ПУЭ.

В натяжных одноцепных и двухцепных подвесках провода расчетные усилия на изоляторы соответствуют электромеханической разрушающей нагрузке изоляторов типа ЛКИ 120/110-III-СП.

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<b>8.3 Изоляция и линейная арматура</b>					
			Для вновь образуемых ВЛ 110 кВ принята II степень загрязнения атмосферы – аналогично СЗА на существующей ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст № 3.					
			Расчетные усилия на изоляторы и линейную арматуру определяются по методу разрушающих нагрузок в нормальных и аварийных режимах работы ВЛ в соответствии с п. 2.5.100 - 2.5.102 ПУЭ.					
В натяжных одноцепных и двухцепных подвесах провода расчетные усилия на изоляторы соответствуют электромеханической разрушающей нагрузке изоляторов типа ЛКИ 120/110-III-СП.								
						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ		Лист
								16
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата			

В поддерживающих подвесках провода расчетные усилия на изоляторы соответствуют электромеханической разрушающей нагрузке изоляторов типа ЛКП 120/110-III-СП.

В натяжных подвесках провода к порталам расчетные усилия на изоляторы соответствуют электромеханической разрушающей нагрузке изоляторов типа ЛКИ 70/110-III-СП.

В натяжных креплениях троса к опорам и порталам расчетные усилия на изоляторы соответствуют электромеханической разрушающей нагрузке изоляторов типа ПС70Е.

Количество изоляторов в гирляндах принимается по главе 1.9. ПУЭ.

Количество и типы стеклянных изоляторов в гирляндах представлено в таблице 8.3.1.

Таблица 8.3.1 - Количество и типы изоляторов в гирляндах

Наименование гирлянды	Количество и тип изоляторов
Натяжная двухцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	2хЛКИ 120/110-III-СП
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	ЛКИ 120/110-III-СП
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 70/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ	ЛКИ 70/110-III-СП
Поддерживающая одноцепная изолирующая из изолятора ЛКП 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ	ЛКП 120/110-III-СП
Натяжное изолированное из изолятора ПС70Е крепление троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам и порталам ВЛ 110 кВ	ПС70Е

Все гирлянды проверены на приближение токоведущих частей к заземленным элементам опор. Наименьшие изоляционные расстояния приняты в соответствии с ПУЭ, седьмое издание, таблица 2.5.17.

В качестве натяжных зажимов для провода приняты спиральные натяжные зажимы типа НС, а в качестве поддерживающих зажимов приняты спиральные поддерживающие зажимы типа ПС. Для грозозащитного троса ГТК приняты спиральные натяжные зажимы типа ЗНС.

В шлейфах проектируемых анкерно-угловых опор соединение сталеалюминевых проводов АС 150/24 выполняется при помощи изолированных шлейфов типа ШСИП.

В шлейфах существующих анкерно-угловых опор соединение проектируемых сталеалюминевых проводов типа АС 150/24 с существующими сталеалюминевыми проводами типа АС 120/19 выполняется при помощи шлейфовых спиральных зажимов.

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							17

Оборудование и материалы, применяемые для строительства ВЛ 110 кВ должны быть аттестованы ПАО «Россети».

Ведомости оборудования и монтажных материалов представлены на чертежах Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-11 и Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-12 соответственно.

#### 8.4 Защита линии от перенапряжений

Согласно п. 4.2.142 ПУЭ 7 издания защита ВЛ 110 кВ от прямых ударов молнии на подходах к РУ (ПС) должна быть выполнена тросовыми молниеотводами в соответствии с табл.4.2.8.

На вновь образуемой ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино по всей длине выполняется подвес ОКГТ-Ц-А-48 G.652.D-13.2мм-95кА<sup>2</sup>·с-64кН, на ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино в пролетах сущ. оп. №18 – проектируемый портал ПС 110 кВ Ермолино подвешивается трос ГТК20-47/23-10.9мм-44кА<sup>2</sup>·с-42кН на существующем участке опор сохраняется грозотрос С-70.

По результатам проведённых расчётов на термическую стойкость при токах короткого замыкания, с учётом перспективы развития энергосистемы, сечения тросов марки ОКГТ-Ц-А-48 G.652.D-13.2мм-95кА<sup>2</sup>·с-64кН и ГТК20-47/23-10.9мм-44кА<sup>2</sup>·с-42кН удовлетворяют условиям термической стойкости. Выбранные грозозащитные тросы обладают повышенной термической стойкостью к токам короткого замыкания.

Угол грозозащиты на опорах на опорах с одним тросом не превышает 30° по всей трассе.

Согласно п.2.5.122 ПУЭ 7 издания, грозотрос заземляется на каждой опоре независимо от напряжения ВЛ на подходах к ПС.

Ведомости оборудования и материалов для ОКГТ, а также расчет термической стойкости к токам к.з. представлены в томе Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР3.

#### 8.5 Защита линейной изоляции от загрязнения птицами

В соответствии с п. 2.5.36 ПУЭ седьмого издания в районах расселения птиц для предохранения изоляции от загрязнения, независимо от степени загрязнения окружающей среды, а также для предотвращения гибели птиц предусмотрена установка на опоры ВЛ специальных устройств защиты птиц от поражения электрическим током.

Устройства антиприсадочного типа в виде конуса предусматриваются на промежуточных опорах ВЛ над поддерживающими гирляндами изоляторов.

Узел закрепления типа «струбцина» обеспечивает крепление устройства к горизонтальной полке траверсы во всем диапазоне применяемых сечений уголка.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							18
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		



Также проектом предусматривается установка ПЗУ барьерного типа в поддерживающих гирляндах изоляторов.

Конструкция выдерживает ветровые и гололедные нагрузки в соответствии с требованиями ПУЭ.

### 8.6 Защита проводов и тросов от вибрации и пляски

Защита проводов и тросов от вибрации осуществляется многочастотными гасителями вибрации типа ГВП, которые устанавливаются в разном количестве, в зависимости от величины пролёта, на каждый провод и грозозащитный трос.

Для защиты проводов и тросов от вибрации в поддерживающих зажимах и в местах установки гасителей вибрации предусматривается монтаж спиральных защитных протекторов. Установка протектора на проводе в поддерживающем зажиме или в месте установки гасителя вибрации позволяет существенно снизить изгибные статические и динамические деформации в проводе.

Защита грозозащитного троса со встроенным оптическим волокном (ОКГТ) от вибрации рассматривается в томе Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР3.

Рекомендации по установке многочастотных гасителей вибрации типа ГВП на провод и грозозащитный трос типа ГТК см. в Приложении В.

### 8.7 Мониторинг состояния ВЛ

Согласно заданию на проектирование для обеспечения мониторинга и наблюдаемости состояния ВЛ 110 кВ на проводах около концевых опор в сторону ПС Икша и в сторону ПС Белый Раст устанавливаются модули дистанционной диагностики (МДД), предназначенные для диагностики состояния воздушных линий электропередачи в реальном времени, получения основных физических параметров линии, а также информирования о возникновении аварийных ситуаций и прогнозирования вероятности их возникновения.

### 8.8 Маркировка ВЛ

Согласно Приказу Федеральной авионавигационной службы от 28.11.07 №119 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Размещение маркировочных знаков и устройств на зданиях, сооружениях, линиях связи, линиях электропередачи, радиотехническом оборудовании и других объектах, устанавливаемых в целях обеспечения безопасности полетов воздушных судов», маркировка проводов, тросов и опор проектируемых заходов ВЛ 110 кВ Икша-I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст -

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. №подл.	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							19
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата		

Ермолино не требуется, так как трасса проектируемой ВЛ проходит более, чем в 6 км от конической, переходной, внутренней горизонтальной поверхностей, поверхностей взлета и захода на посадку приаэродромной территории ближайшего аэропорта Шереметьево.

### 8.9 Пересечение линиями препятствий

Вновь образуемая ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино пересекает автодорогу в пролете между существующей опорой №18 и проектируемой опорой №19.

### 8.10 Заземление линии электропередачи

В рамках инженерно-геологических изысканий были выполнены замеры удельного электрического сопротивления (УЭС) грунта в местах установки проектируемых опор 110 кВ.

Заземление опор ВЛ выполнено согласно п.2.5.129 ПУЭ 7-е изд. табл. 2.5.19.

Сопротивления заземляющих устройств и удельные эквивалентные сопротивления грунтов приняты в соответствии с типовым проектом 3602 тм «Заземляющие устройства опор ВЛ 35 - 750 кВ» и техническим циркуляром N11/2006 «О заземляющих электродах и заземляющих проводниках».

Заземление на проектируемых опорах выполнено вертикальными оцинкованными электродами диаметром 16 мм.

Присоединение заземляющего устройства к опорам – сварное. Предусмотреть обработку сварных мест цинконаполненным составом.

Решения по заземлению представлены на чертеже Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-10.

После завершения монтажа опор ВЛ необходимо провести замер контуров заземления.

### 8.11 Демонтажные работы

В рамках реконструкции существующей ВЛ 110 кВ Икша-I – Белый Раст предусмотрен демонтаж существующей опоры №19 типа П1М, провода, троса и подвесок в пролете существующих опор №18 - №20, а также троса и его креплений от опоры №20 до портала ПС Белый Раст.

Ведомость демонтажных работ представлена на чертеже Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-13.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							20
Изм. №подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №			

<p>В рамках реконструкции существующей ВЛ 110 кВ Икша-I – Белый Раст предусмотрен демонтаж существующей опоры №19 типа П1М, провода, троса и подвесок в пролете существующих опор №18 - №20, а также троса и его креплений от опоры №20 до портала ПС Белый Раст.</p> <p>Ведомость демонтажных работ представлена на чертеже Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-13.</p>						
---	--	--	--	--	--	--

## 9 Перечень мероприятий по энергосбережению

Организационные мероприятия включают:

- организация достоверного и своевременного ежемесячного снятия показаний приборов коммерческого учета у потребителей в установленные сроки, проверка их технического состояния;
- организация достоверного и своевременного снятия показаний приборов учёта и проверка их технического состояния на подстанциях;
- составление и анализ балансов электроэнергии по ПЭС, подстанциям, устранение небаланса.

Энергосберегающие мероприятия по оптимизации режимов электрических сетей и совершенствованию их эксплуатации:

- оптимизация установившихся режимов электрических сетей по активной и реактивной мощности;
- оптимизация распределения нагрузки между подстанциями основной электрической сети 110 кВ и выше переключениями в её схеме;
- оптимизация мест размыкания контуров электрических сетей с различными номинальными напряжениями;
- оптимизация рабочих напряжений в центрах питания радиальных электрических сетей;
- отключение трансформаторов на подстанциях с сезонной нагрузкой;
- применение средств автоматического регулирования напряжения (АРН);
- выполнение ремонтных и эксплуатационных работ под напряжением;
- сокращение продолжительности технического обслуживания и ремонта основного оборудования сетей линий.

Инв. № подл	Подп. и дата	Взам. инв. №						
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПІР-227.0-ТКР1-ПЗ		Лист
								21

## 10 Обоснование количества и типов оборудования, используемых в процессе строительства линейного объекта

Потребность в основных строительных машинах, механизмах и транспортных средствах определена на основании расчетных нормативов для разработки ПОС в зависимости от объема и видов строительно-монтажных работ и приведена в томе Д208320-330793ПИР-227.0-ПОС1.

Инв. №подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ				22



**12 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда в процессе эксплуатации линейного объекта**

## 12.1 Охрана труда и техника безопасности производства работ

Мероприятия по технике безопасности и охране труда должны обеспечиваться правильной организационно-технической подготовкой к строительству и выполнением работ в полном соответствии с действующими нормами, правилами и технологическими картами, включая Правила по охране труда при строительстве, реконструкции и ремонте, утвержденные приказом Минтруда от 11.12.2020 № 883н, СНиП 12-03-2001 “Безопасность труда в строительстве” Часть 1 и Постановление от 17.09.2002 №123 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

Все электротехнические работы должны выполняться при строгом соблюдении действующих «Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденных приказом Минтруда РФ от 15.12.2020 №903н с изменениями согласно приказу от 29.04.2022 №279н.

На участках производства работ, находящихся в зоне влияния действующих электроустановок, должна быть обеспечена разработка специальных мероприятий по защите, работающих от поражения электрическим током.

Подробные указания по защите работающих должны быть в «Проекте производства работ», без наличия которого все работы запрещаются.

Подрядчик должен нести полную ответственность за предотвращение возникновения опасных ситуаций для труда и техники безопасности, за обеспечение охраны труда, соблюдение правил техники безопасности на строительной площадке.

Подрядчик должен подготовить соответствующие средства безопасности и обеспечить ими всех рабочих на строительной площадке.

Погрузочно-разгрузочные работы на ж/д станции и на стройплощадке производятся в соответствии с «Правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов», утвержденными приказом Минтруда России от 28.10.2020 № 753н.

Перевозка грузов автомобильным транспортом и эксплуатация автотранспорта должна отвечать требованиям «Правил по охране труда на автомобильном транспорте».

Мероприятия по охране труда и соблюдению правил техники безопасности должны выполняться в течение всего периода выполнения работ на строительной площадке.

Нормы и правила выполнения работ должны основываться на общепризнанных стандартах. При выполнении работ на площадке должны соблюдаться соответствующие Законы и административные акты Российской Федерации.

Взам. инв. №	ся в соответствии с «Правилами по охране труда при погрузочно-разгрузочных работах и размещении грузов», утвержденными приказом Минтруда России от 28.10.2020 № 753н.						
	Перевозка грузов автомобильным транспортом и эксплуатация автотранспорта должна отвечать требованиям «Правил по охране труда на автомобильном транспорте».						
Подп. и дата	Мероприятия по охране труда и соблюдению правил техники безопасности должны выполняться в течение всего периода выполнения работ на строительной площадке.						
	Нормы и правила выполнения работ должны основываться на общепризнанных стандартах. При выполнении работ на площадке должны соблюдаться соответствующие Законы и административные акты Российской Федерации.						
Инв. № подл.						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							24
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.		Дата

Подрядчик должен представить рабочие инструкции по технике безопасности при проведении строительных работ, которые должны быть утверждены не позднее, чем за 30 дней до начала работ на строительной площадке.

## 12.2 Перечень мероприятий, обеспечивающих соблюдение требований по охране труда в процессе эксплуатации реконструируемой ВЛ 110 кВ

Управление охраной труда, как система обеспечения безопасности профессиональной деятельности, является частью общей системы управления организацией. Объектом управления охраной труда является деятельность работников эксплуатационных и ремонтных организаций по обеспечению безопасных и здоровых условий труда на рабочих местах и в организации в целом.

Общее руководство по охране труда осуществляет руководитель организации. Контроль над состоянием охраны труда на рабочих местах осуществляют начальники соответствующих служб предприятий.

Электротехнический персонал обязан пройти проверку знаний Правил техники безопасности. Персонал обязан соблюдать требования ПТБ, инструкции по охране труда, указания, полученные при инструктаже.

Капитальный ремонт ВЛ независимо от напряжения должен выполняться по технологическим картам или проекту производства работ (далее - ППР), утвержденным руководителем организации (обособленного подразделения) или техническим руководителем субъекта электроэнергетики. Работы на линиях под наведенным напряжением (ВЛ, ВЛС) выполняются по технологическим картам или ППР, утвержденным руководителем организации (обособленного подразделения) или техническим руководителем.

Ответственными руководителями работ в электроустановках напряжением выше 1000 В назначаются работники из числа административно-технического персонала, имеющие группу V.

Ответственный руководитель работ должен назначаться при выполнении следующих работ: по установке и демонтажу опор всех типов, замене элементов опор ВЛ; в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ; по подключению вновь сооруженной ВЛ; по изменению схем присоединений проводов и тросов ВЛ; по пофазному ремонту ВЛ; под наведенным напряжением; без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли.

На ВЛ всех уровней напряжения правомочно ответственному руководителю или производителю работ из числа ремонтного персонала выполнять обязанности допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования ком-

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	<p>Ответственный руководитель работ должен назначаться при выполнении следующих работ: по установке и демонтажу опор всех типов, замене элементов опор ВЛ; в местах пересечения ВЛ с другими ВЛ и транспортными магистралями, в пролетах пересечения проводов в ОРУ; по подключению вновь сооруженной ВЛ; по изменению схем присоединений проводов и тросов ВЛ; по пофазному ремонту ВЛ; под наведенным напряжением; без снятия напряжения на токоведущих частях с изоляцией человека от земли.</p> <p>На ВЛ всех уровней напряжения правомерно ответственному руководителю или производителю работ из числа ремонтного персонала выполнять обязанности допускающего в тех случаях, когда для подготовки рабочего места требуется проверить отсутствие напряжения и установить переносные заземления на месте работ без оперирования ком-</p>						Лист
			Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ						25
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата				





### 13 Автоматизированные системы управления технологическими процессами, автоматические системы по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта

Автоматизированные системы управления технологическими процессами, автоматические системы по предотвращению нарушения устойчивости и качества работы линейного объекта проектом не рассматривались.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Лист		
										Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	27

**14 Описание и обоснование проектных решений при реализации требований, предусмотренных статьей 8 Федерального закона «О транспортной безопасности»**

Проектные решения, касающиеся реализации требований статьи 8 Федерального закона от 09.02.2007 №16 ФЗ (актуальная редакция) «О транспортной безопасности», проектом не предусмотрены.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ	Лист
							28
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата		

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

## 15 Описание решений по организации ремонтного хозяйства, его оснащенность

На каждом энергообъекте должны быть организованы техническое обслуживание, плановые ремонт и модернизация оборудования, зданий, сооружений и коммуникаций энергоустановок.

За техническое состояние оборудования, зданий и сооружений, выполнение объемов ремонтных работ, обеспечивающих стабильность установленных показателей эксплуатации, полноту выполнения подготовительных работ, своевременное обеспечение запланированных объемов ремонтных работ запасными частями и материалами, а также за сроки и качество выполненных ремонтных работ отвечает собственник.

Объем технического обслуживания и планового ремонта должен определяться необходимостью поддержания исправного и работоспособного состояния оборудования, зданий и сооружений с учетом их фактического технического состояния. Рекомендуемый перечень и объем работ по техническому обслуживанию и капитальному ремонту оборудования приведены в правилах организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей и в технико-экономических нормативах планово-предупредительного ремонта энергоблоков.

Периодичность и продолжительность всех видов ремонта установлены правилами организации технического обслуживания и ремонта оборудования, зданий и сооружений электростанций и сетей и нормативно - техническими документами на ремонт данного вида оборудования.

Техническое обслуживание ВЛ состоит из комплекса мероприятий, направленных на предохранение элементов ВЛ от преждевременного износа. При техническом обслуживании должны выполняться осмотры, проверки, измерения, отдельные виды работ. К отдельным видам работ, проводимых при техническом обслуживании ВЛ, относятся наблюдение за образованием гололеда, учащенный контроль ВЛ.

При капитальном ремонте ВЛ выполняются следующие виды работ:

На трассе ВЛ:

- расчистка просеки от древесно-кустарниковой растительности;
- поддержание ширины просеки в размерах, установленных проектом ВЛ и требованиями действующих норм и правил;
- вырубка вне просеки деревьев, угрожающих падением на провода;
- устройство проездов по трассе;
- установка отбойных тумб у опор, расположенных у обочин дорог;
- планировка грунта у опор, подсыпка и подтрамбовка грунта у основания опор.

На металлических опорах:

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	<p>При капитальном ремонте ВЛ выполняются следующие виды работ:</p> <p>На трассе ВЛ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– расчистка просеки от древесно-кустарниковой растительности;</li> <li>– поддержание ширины просеки в размерах, установленных проектом ВЛ и требованиями действующих норм и правил;</li> <li>– вырубка вне просеки деревьев, угрожающих падением на провода;</li> <li>– устройство проездов по трассе;</li> <li>– установка отбойных тумб у опор, расположенных у обочин дорог;</li> <li>– планировка грунта у опор, подсыпка и подтрамбовка грунта у основания опор.</li> </ul> <p>На металлических опорах:</p>	Лист
										29
										Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

- окраска металлоконструкций опор и металлических подножников;
- замена элементов опор, потерявших несущую способность, их усиление, выправка;
- замена отдельных опор;
- замена и ремонт фундаментов, анкерных плит;
- выправка опор;
- ремонт и замена оттяжек и узлов их крепления;
- перестановка и установка дополнительных опор;
- обварка болтовых соединений, восстановление недостающих раскосов.

На проводах и грозозащитных тросах:

- установка и замена соединителей, ремонтных зажимов, сварных соединений;
- закрепление оборванных проволок, подмотка лент в зажимах;
- вырезка или замена неисправных участков провода (троса);
- перетяжка (регулировка) проводов (тросов);
- замена провода (троса) на участках ВЛ не более 30 % общей протяженности линии.

На заземляющих устройствах:

- ремонт контура заземления, включая замену отдельных контуров;
- изменение конструкции для уменьшения сопротивления заземления;
- ремонт или замена заземляющих спусков и мест присоединения их к заземляющему контуру.

При установке и замене изоляторов, арматуры:

- замена дефектных изоляторов и элементов арматуры;
- увеличение количества изоляторов в изолирующих подвесках;
- чистка и обмыв изоляторов;
- установка и замена гасителей вибрации;
- замена поддерживающих и натяжных зажимов.

Специальные работы:

- переустройство переходов, пересечений и подходов к подстанциям;
- ремонт светоограждения опор;
- установка птицевзащитных устройств.

Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док	Подп.	Дата

Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ

Лист

30

Перечень сокращений

- ВЛ – воздушная линия
- ПУЭ – правила устройства электроустановок
- кВ – киловольт
- ГТК – грозозащитный трос коррозионностойкий
- ОКГТ – оптический кабель, встроенный в грозотрос
- ПС – электроподстанция

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата
Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата

## Список нормативно-технической литературы

1. «Правила устройства электроустановок. 7-е издание».
2. «Положение ПАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе (новая редакция)» утверждено протоколом №450 от 02.04.2021 с изменениями по протоколу от 29.04.2022 №492.
3. Приказ №884 от 31.08.2022 «Об утверждении методических указаний по технологическому проектированию линий электропередачи классом напряжения 35-750 кВ».
4. ГОСТ 839-2019 «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи».
5. СП 76.13330.2016 Электротехнические устройства. Актуализированная редакция СНиП 3.05.06-85.
6. РД 153-34.0-48.518-98 «Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше».
7. ГОСТ Р 21.101-2020 «Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации».
8. Постановление Правительства РФ № 87 от 16.02.2008г. «Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию».
9. Правила переключений в электроустановках (утв. приказом Минэнерго РФ от 13 сентября 2018 г. N 757).
10. Утверждение требований к участию генерирующего оборудования в общем первичном регулировании частоты и внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. №229 (утв. приказом Минэнерго РФ от 9 января 2019 г. №2).
11. Утверждение требований к перегрузочной способности трансформаторов и автотрансформаторов, установленных на объектах электроэнергетики и ее поддержанию и о внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003г. №229 утв. Приказом Минэнерго РФ от 8 февраля 2019 г. №81).
12. Утверждение правил проведения испытаний и определения общесистемных технических параметров и характеристик генерирующего оборудования и о внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	РФ от 9 января 2019 г. №2).								
			11. Утверждение требований к перегрузочной способности трансформаторов и автотрансформаторов, установленных на объектах электроэнергетики и ее поддержанию и о внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003г. №229 утв. Приказом Минэнерго РФ от 8 февраля 2019 г. №81).								
			12. Утверждение правил проведения испытаний и определения общесистемных технических параметров и характеристик генерирующего оборудования и о внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических								
						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ					Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата						32

станций и сетей РФ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. №229 (утв. приказом Минэнерго РФ от 11 февраля 2019 г. №90). Утверждение требований к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов и о внесении изменений в правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ, утвержденные приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. №229 (утв. Приказом Минэнерго РФ от 13 февраля 2019 г. №98).

13. Нормативам численности промышленно-производственного персонала распределительных электрических сетей, утвержденных ОАО РАО «ЕЭС России» 03.11.2003г.
14. СТО 56947007- 29.240.132-2012 ОАО «ФСК ЕЭС» «Нормативы комплектования автотранспортными средствами, спецмеханизмами и тракторами для технического обслуживания и ремонта объектов ЕНЭС» 24.10.2012г.
15. Руководству по защите оптических кабелей от ударов молний, 1996г.
16. Министерство труда и социальной защиты РФ Приказ от 15 декабря 2020 года №903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок» с изменениями согласно приказу от 29.04.2022 №279н.
17. Федеральный закон от 09.02.2007 №16 ФЗ (ред. от 28.06.2022) «О транспортной безопасности».
18. Приказ Минэнерго от 06.12.2022 № 1070 Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изм. в приказы Минэнерго России от 13.09.2018 № 757, от 12.07.2018 № 548.
19. Распоряжение ПАО «Россети» от 28.03.2023 № 156р «Об утверждении формы сравнительных технических параметров и характеристик ЛЭП.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док	Подп.	Дата	Изм. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №		Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-ПЗ						Лист
																33





## **Графические материалы**





Условные обозначения:

- ВЛ 110 кВ Икша -I – Белый Раст №3
- образуемая после реконструкции ВЛ 110 кВ Икша -I – Ермолино
- образуемая после реконструкции ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино
- ВЛ 110 кВ Солнечногорск – Белый Раст
- ВЛ 35 кВ Вахромеево – Ворожьево
- ВЛ 35 кВ Катаур – Базарово

						Д208320-330739Пир-227.0-ТКР1-01			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша. I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Издок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта. Искусственные сооружения. Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев				09.25		П	1	
Пров.	Нестеров				09.25				
Нач.отд.	Нестеров				09.25				
						Ситуационный план заходов ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино на ПС 110 кВ Ермолино	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев				09.25				
ГИП	Зотов				09.25				



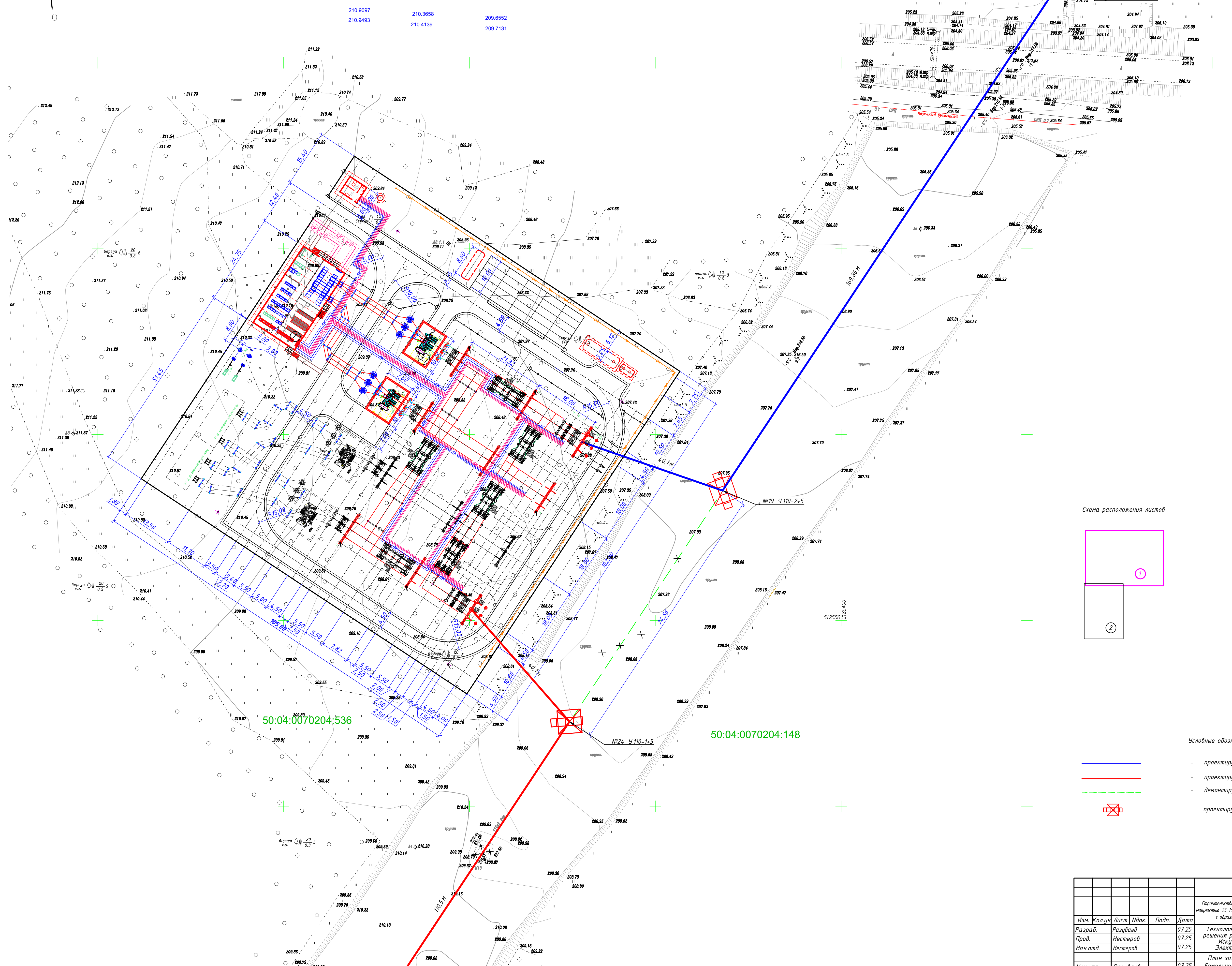
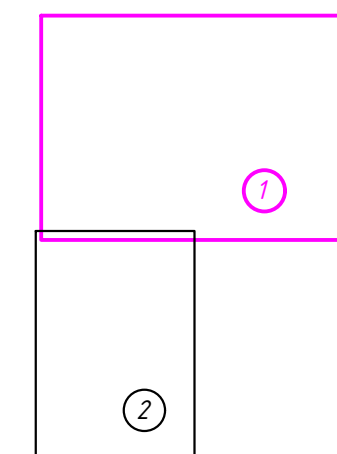


Схема расположения листов



Условные обозначения:

- проектируемая ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино
- проектируемая ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино
- демонтируемый участок ВЛ 110 кВ Икша-I - Белый Раст №3
- проектируемая анкерно-угловая опора ВЛ 110 кВ

[illegible]



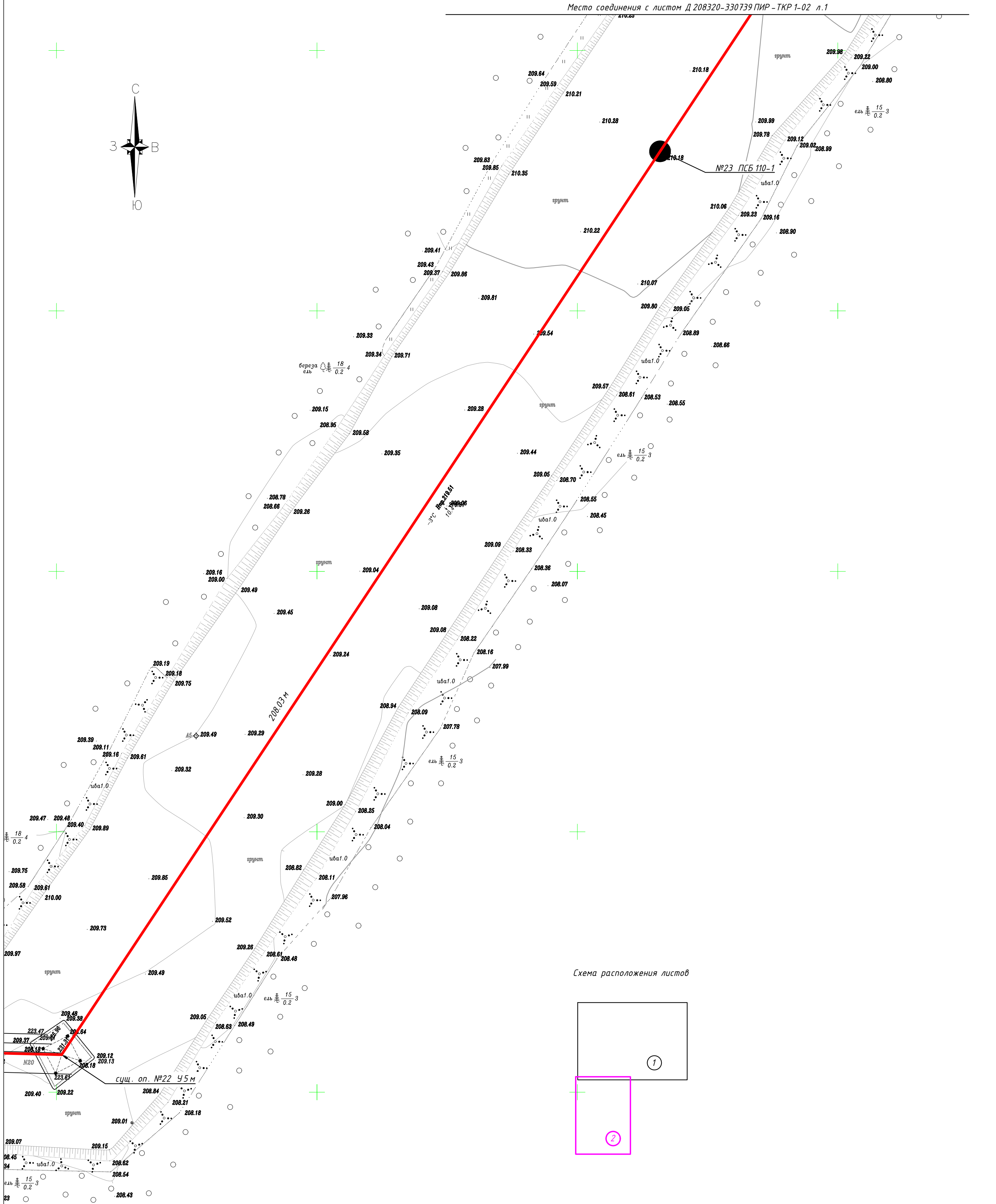
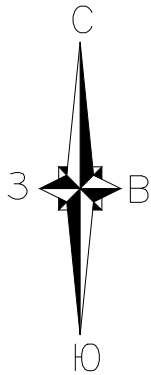
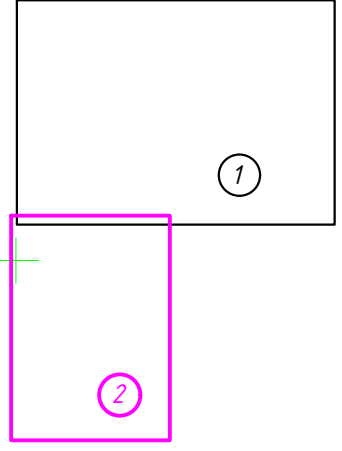


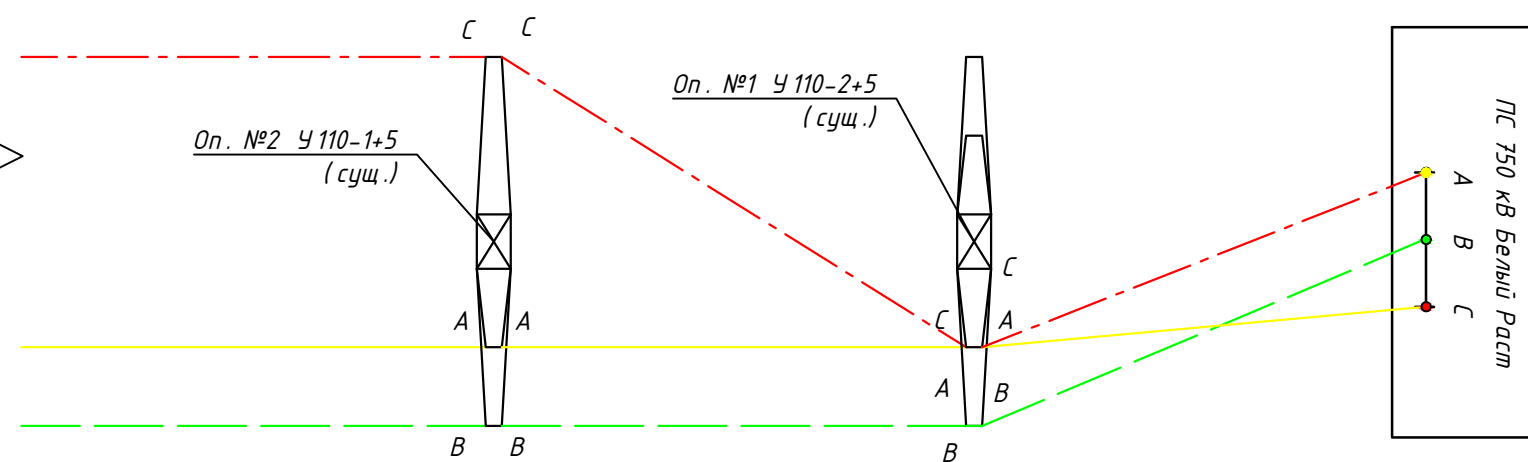
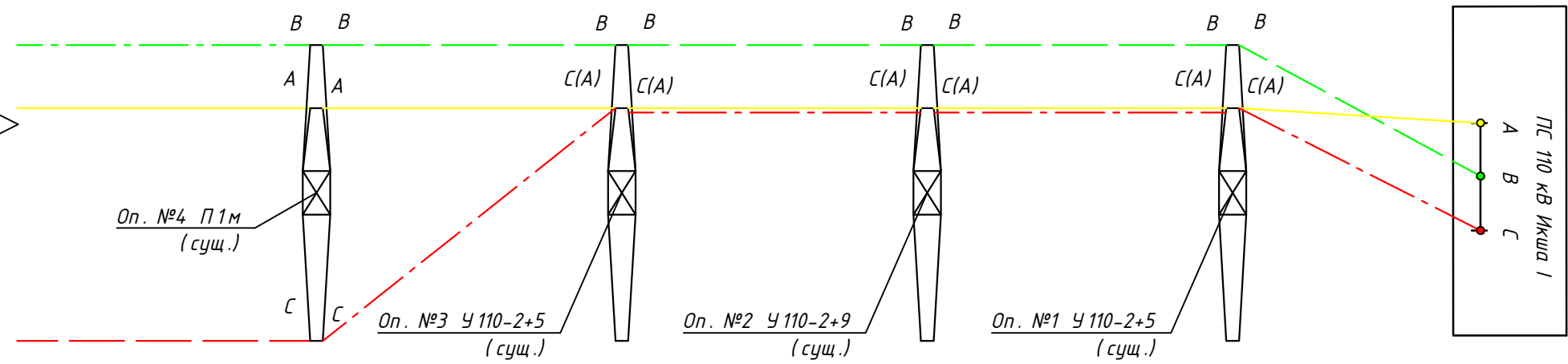
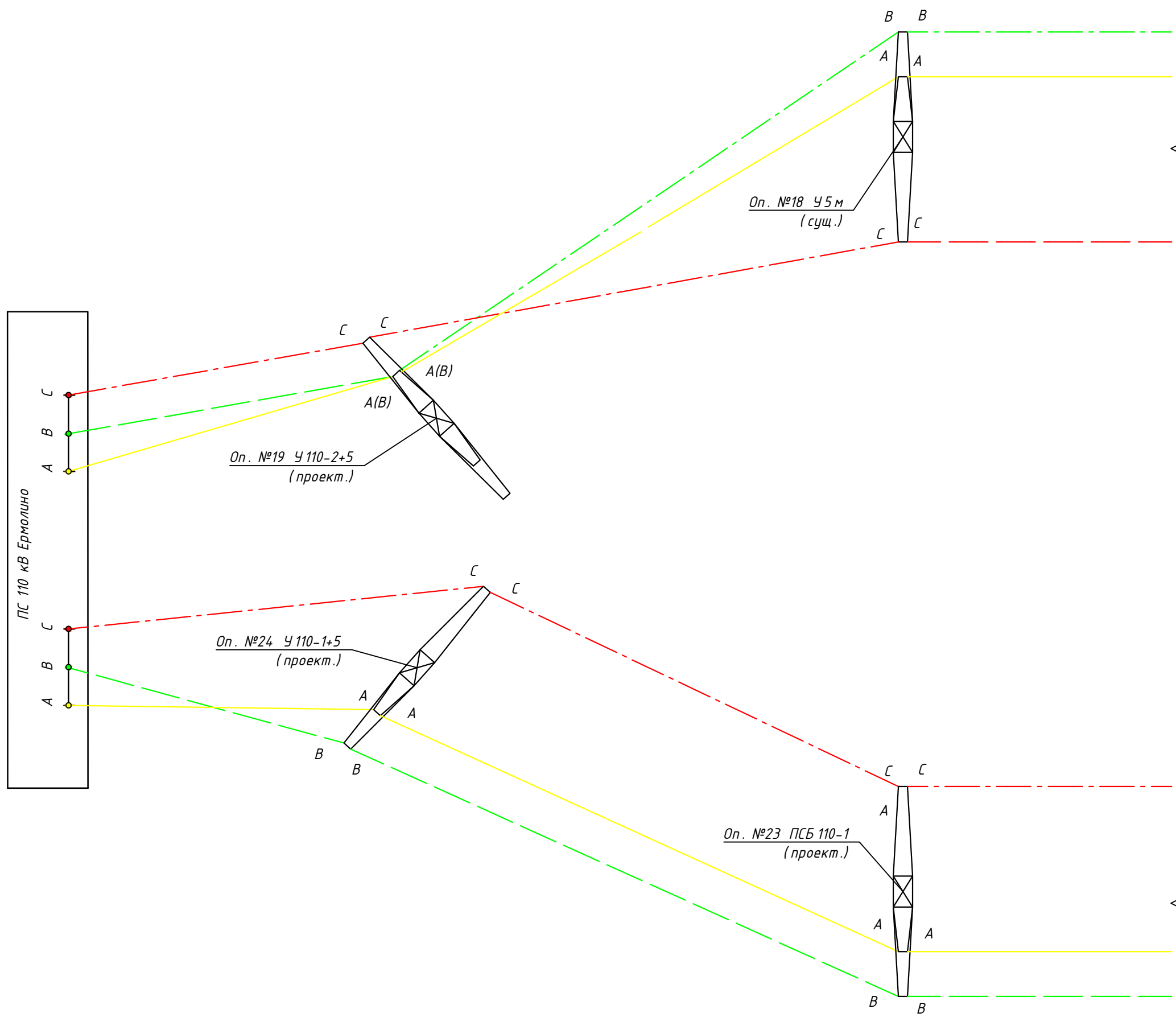
Схема расположения листов



Условные обозначения:

- проектируемая ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино
- - - демонтируемый участок ВЛ 110 кВ Икша - I - Белый Раст №3
- проектируемая промежуточная ж/б опора ВЛ 110 кВ

Инв. N	подп.	Погр. и дата	Взам. инв. N



Условные обозначения:

— фаза А

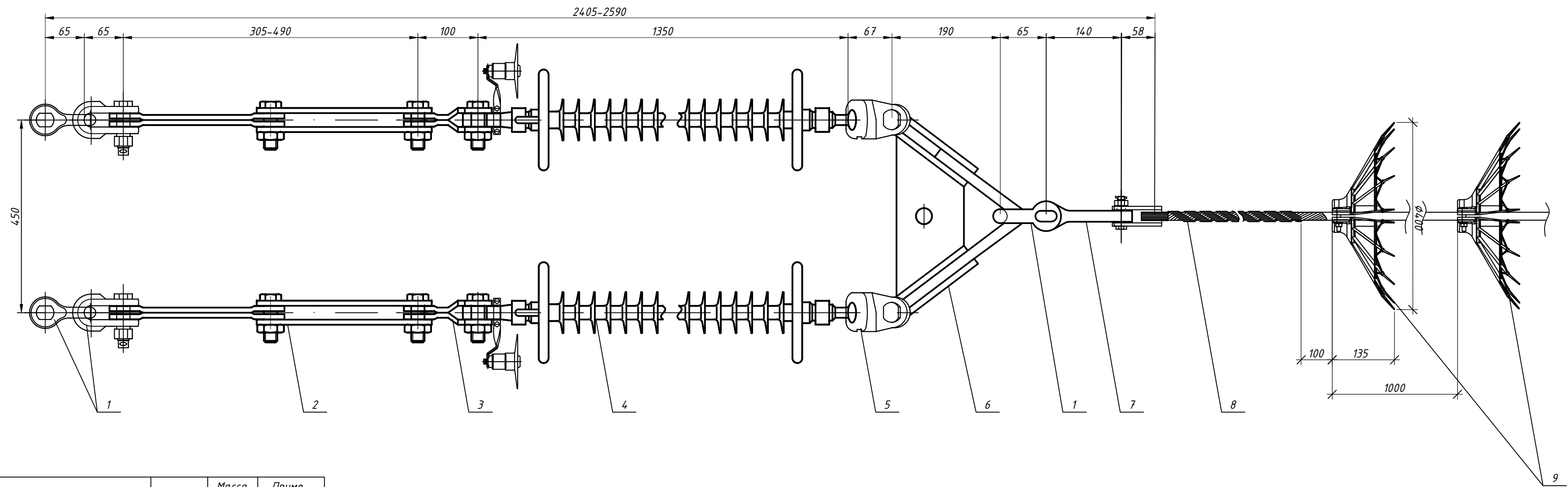
— фаза В

— фаза С

Примечания:

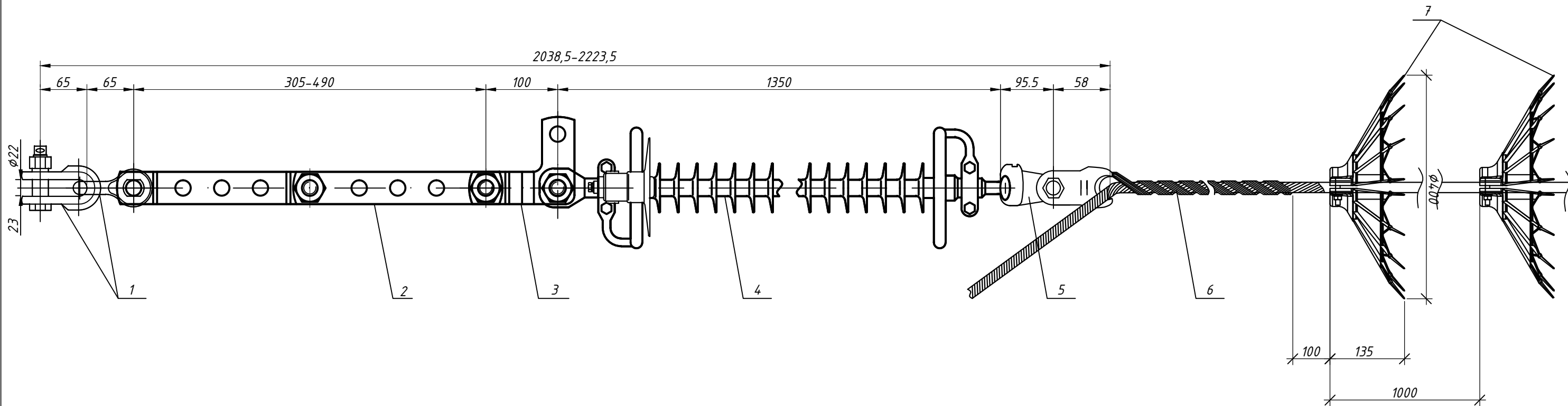
1. Фазировка на заходах на ПС 750 кВ Белый Раст и ПС 110 кВ Икша принята в соответствии с паспортом существующей ВЛ 110 кВ Икша -I - Белый Раст №3

						Д208320-330739ПР-227.0-ТКР1-03			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша. I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения. Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев				09.25		П		1
Пров.	Нестеров				09.25				
Нач.отд.	Нестеров				09.25	Схема фазировки	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев				09.25				
ГИП	Зотов				09.25				



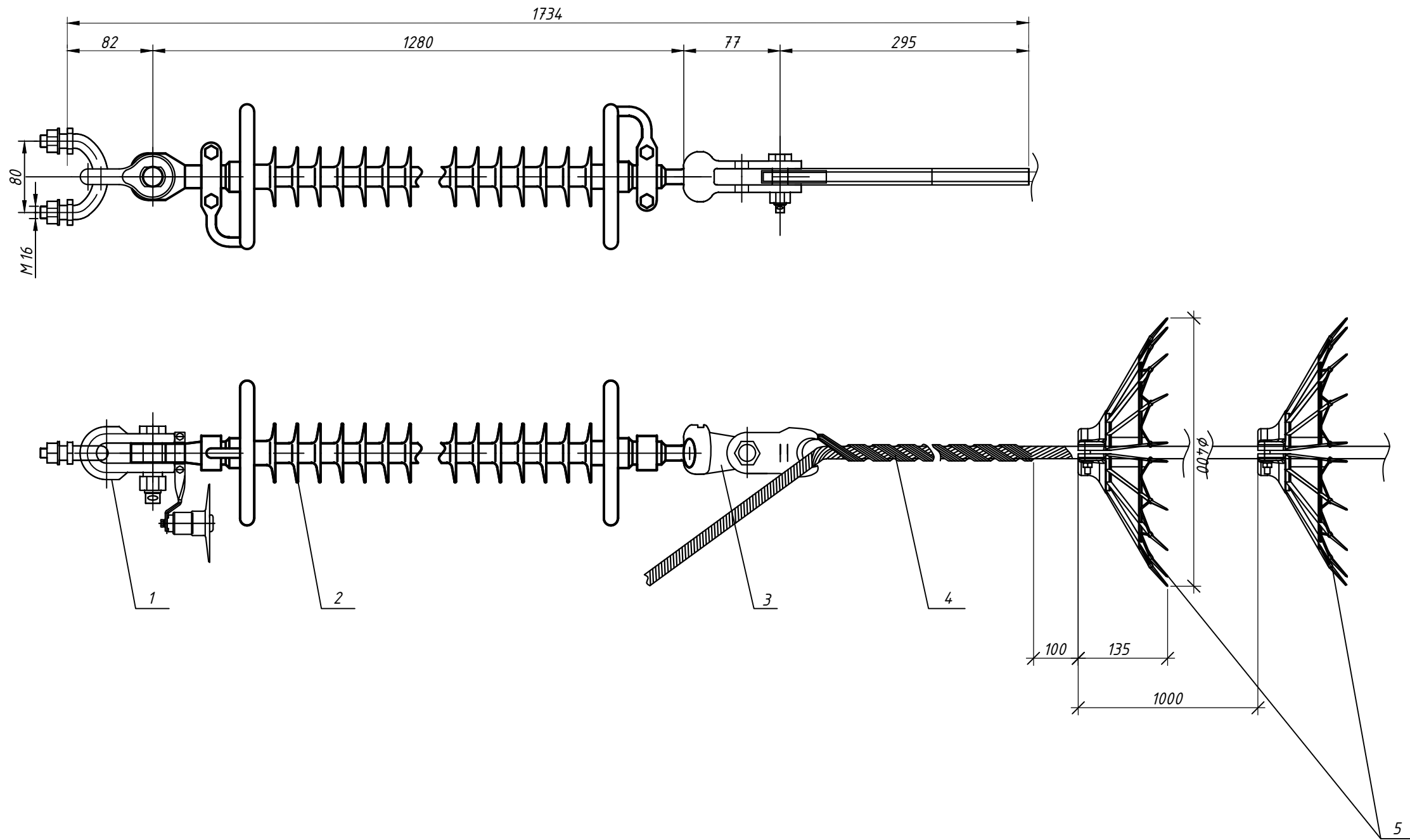
Поз .	Наименование	Кол - во	Масса ед . кг	Приме - чание
1	Скоба СК -12-1А	5	0,92	
2	Звено промежуточное регулируемое ПРР -12-1А	2	3,38	
3	Звено промежуточное монтажное ПТМ -12-2	2	1,56	
4	Изолятор полимерный ЛКИ 120/110-III-СП	2	5,10	
5	Шко специальное укороченное УСК -7-16	2	1,20	
6	Коромысло универсальное 2КУ -12-1	1	4,75	
7	Звено промежуточное вывернутое ПРВ -12-1	1	0,74	
8	Зажим натяжной спиральный НС -17,1-34- АС -ТРИАС с коушем К -120	1	2,50	
9	Экран защитный противошунтирующий ЭЗШ -1	2	0,44	
Масса арматуры, кг			25,75	
Масса изолирующей подвески, кг			35,95	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-04		
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино		
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения. Электротехнические решения		
Разраб.	Разуваев				07.25			
Пров.	Нестеров				07.25			
Нач.отд.	Нестеров				07.25			
						Натяжная двухцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно -угловым опорам		
Н.контр.	Разуваев				07.25			
ГИП	Зотов				07.25	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		



Поз.	Наименование	Кол-во	Масса ед. кг	Примечание
1	Скоба СК-12-1А	2	0,92	
2	Звено промежуточное регулируемое	1	3,38	
	ПРР-12-1А			
3	Звено промежуточное монтажное	1	1,56	
	ПТМ-12-2			
4	Изолятор полимерный ЛКИ 120/110-III-СП	1	5,10	
5	Ушко двухлапчатое У1-7-16	1	0,67	
6	Зажим натяжной спиральный НС-17,1-34-АС-ТРИАС с коушем К-70	1	2,50	
7	Экран защитный противозащитный ЭЗШ-1	2	0,44	
Масса арматуры, кг			10,83	
Масса изолирующей подвески, кг			15,93	

						Д208320-330739ПР-227.0-ТКР1-05		
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино		
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта. Искусственные сооружения. Электротехнические решения		
Разраб.		Разуваев			07.25			
Пров.		Нестеров			07.25			
Нач.отд.		Нестеров			07.25			
						Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам		
Н.контр.		Разуваев			07.25	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
ГИП		Зотов			07.25			



Поз.	Наименование	Кол-во	Масса ед. кг	Примеч.
1	Узел крепления КГП-7-1	1	0,80	
2	Изолятор полимерный ЛКИ 70/110-III-СП	1	4,80	
3	Ушко двухлапчатое укороченное У1К-7-16	1	0,62	
4	Зажим натяжной спиральный НС-17,1-34-АС-ТРИАС с коушем К-70	1	2,35	
5	Экран защитный противозащитный ЭЗШ-1	2	0,44	
Масса арматуры, кг			4,65	
Масса изолирующей подвески, кг			9,45	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-06					
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения . Электротехнические решения			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев				07.25				П		1
Пров.	Нестеров				07.25						
Нач.отд.	Нестеров				07.25	Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 70/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ			ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев				07.25						
ГИП	Зотов				07.25						



Раскернить после соединения с первой деталью подвески

80

M 20

1

2

6

3

4

5

Силовая прядь

Протектор

104

100

1674

1350

76

44

135

100

1000

100

135

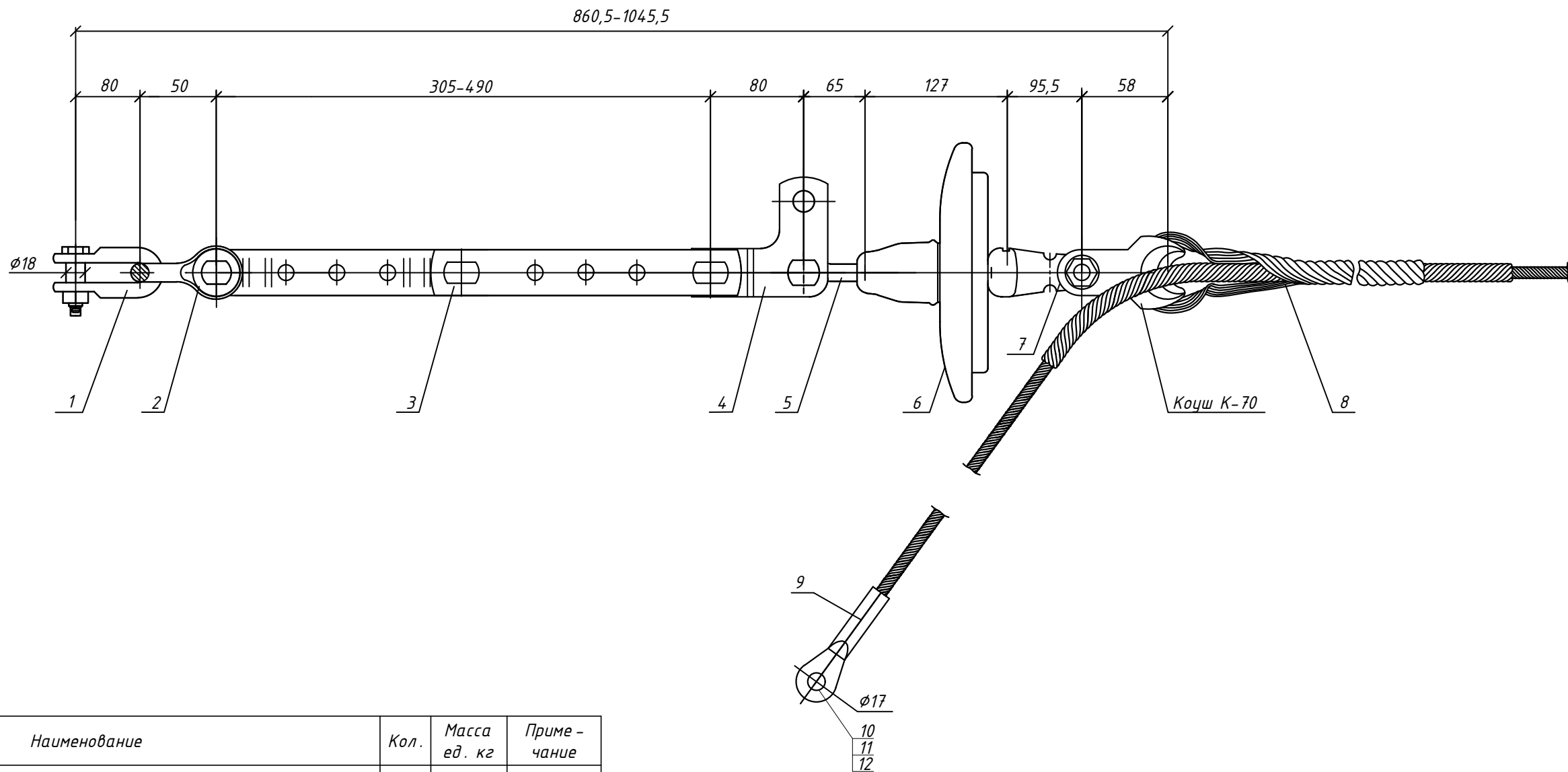
1000

7

7

Поз.	Наименование	Кол-во	Масса ед., кг	Примечание
1	Узел крепления КПП-12-1	1	1,72	
2	Звено промежуточное монтажное ПТМ-12-2	1	1,56	
3	Изолятор полимерный ЛКП 120/110-III- СП	1	7,50	
4	Ушко однолапчатое укороченное У1К-7-16	1	0,62	
5	Зажим поддерживающий спиральный ПС-17,1П-14- ТРИАС с лодочкой Л26	1	3,50	
6	Индикатор пробоя изоляции РИ-2.1	1	0,50	
7	Экран защитный противозащитный ЭЗШ-1	4	0,44	
Масса арматуры, кг			9,66	
Масса изолирующей подвески, кг			17,16	

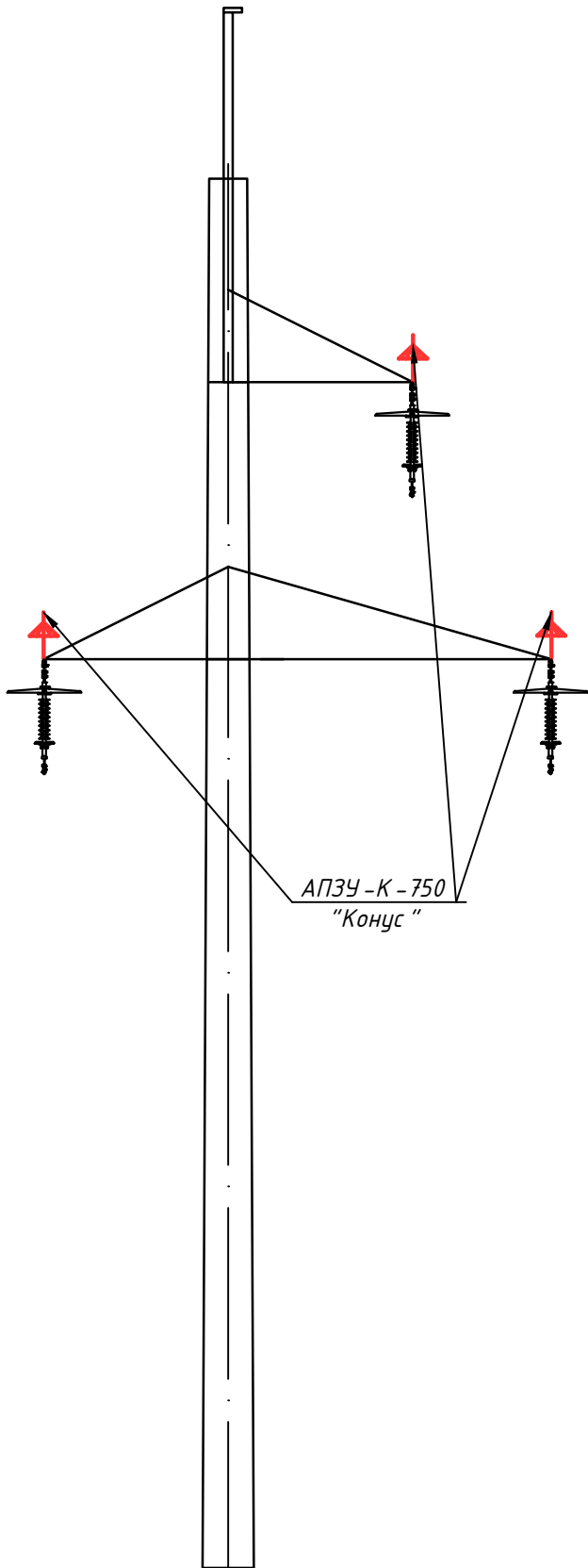
						Д208320-330739ПІР-227.0-ТКР1-07			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша 1 - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Колуч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	<p>Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта .</p> <p>Искусственные сооружения.</p> <p>Электротехнические решения</p>	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев			07.25			П		1
Пров.	Нестеров			07.25					
Нач.отд.	Нестеров			07.25					
Н.контр.	Разуваев			07.25	Поддерживающая одностопная изолирующая из изолятора ЛКП 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород			
ГИП	Зотов			07.25					



Поз.	Наименование	Кол.	Масса ед. кг	Приме- чание
1	Скоба СКД -10-1	1	0,67	
2	Скоба СК -7-1А	1	0,38	
3	Звено промежуточное регулируемое ПРР -7-1	1	1,77	
4	Звено промежуточное монтажное ПТМ -7-2	1	0,66	
5	Серьга СР -7-16	1	0,30	
6	Изолятор ПС 70 Е	1	3,60	
7	Ушко однолапчатое У1-7-16	1	0,67	
8	Зажим натяжной спиральный ЗНС -Т-10,5-10,9П/70 с коушем К-70	1	3,60	
9	Зажим заземляющий ЗПС -70-3Г	1	0,085	
10	Болт М16х50	1	0,114	
11	Гайка М16	1	0,034	
12	Шайба М16	1	0,012	
Масса арматуры, кг			8,295	
Масса изолирующей подвески, кг			11,895	

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-08					
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения. Электротехнические решения			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев				07.25				П		1
Пров.	Нестеров				07.25						
Нач.отд.	Нестеров				07.25	Натяжное изолированное из изолятора ПС 70 Е крепление троса ГТК 20-47/23-10,9 мм -44 кА <sup>2</sup> -с -42 кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам и порталам ВЛ 110 кВ			ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев				07.25						
ГИП	Зотов				07.25						

Опора типа ПСБ110-1 №23



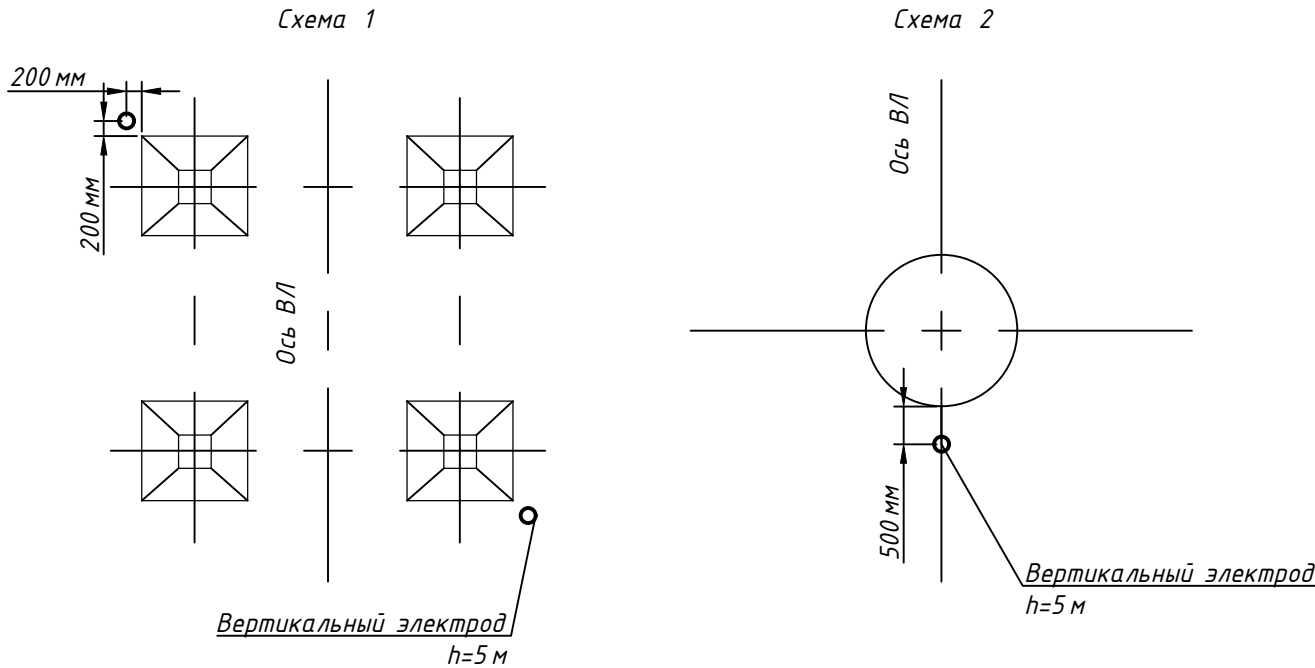
№ опоры	Кол-во опор	Тип опоры	Тип птицезащитного устройства	Кол-во на 1 опору, шт.	Всего, шт.	Место установки	Примечание
ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино							
23	1	ПСБ 110-1	АПЗУ-К-750 "Конус"	3	3	на траверсах над местом крепления поддерживающих подвесок провода	
Итого:			АПЗУ-К-750 "Конус"	3			

Согласовано						
Инв. N подл.	Подп. и дата		Взам. инв. N			

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-09				
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата					
Разраб.	Разуваев				07.25	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения. Электротехнические решения		Стадия	Лист	Листов
Пров.	Нестеров			07.25	П				1	
Нач.отдела	Нестеров			07.25						
						Схема установки птицезащитных устройств		ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев			07.25						
ГИП	Зотов			07.25						

ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино										
Ведомость заземляющих устройств										
№	Шифр опор	Удельное сопротивление грунта, Ом * м	Сопротивление зазем. устр-ва, Ом	Номер опор	Кол-во	Расход стали на 1 опору Ø16		Общий расход стали Ø16		Номер чертежа заземляющего устройства
						м	кг	м	кг	
1	У 110-2+5	< 100	10	19	1	14	22,12	14	22.12	Схема 1
Итого :					1	-	-	14	22.12	

ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино										
Ведомость заземляющих устройств										
№	Шифр опор	Удельное сопротивление грунта, Ом * м	Сопротивление зазем. устр-ва, Ом	Номер опор	Кол-во	Расход стали на 1 опору Ø16		Общий расход стали Ø16		Номер чертежа заземляющего устройства
						м	кг	м	кг	
1	У 110-1+5	< 100	10	24	1	14	22,12	14	22.12	Схема 1
2	ПСБ 110-1	< 100	10	23	1	7	11,06	7	11.06	Схема 2
Итого :					2	-	-	21	33.18	



- Примечания:
- 1. Заземлители опор выполнить стальными оцинкованными электродами диаметром 16 мм.
  - 2. Присоединение заземляющего устройства к опоре – сварное. Предусмотреть обработку сварных мест аллолом и цинолом.
  - 3. Фундаменты на чертеже показаны условно.

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-10			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата				
Разраб.		Разуваев			07.25	Технологические и конструктивные решения линейного объекта . Искусственные сооружения. Электротехнические решения			
Пров.		Нестеров			07.25				
Нач.отдела		Нестеров			07.25				
						Стадия	Лист	Листов	
						П		1	
Н.контр.		Разуваев			07.25	Ведомость заземляющих устройств			
ГИП		Зотов			07.25				
						ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород			

ВЛ 110 кВ Икша -I – Ермолино			
Наименование	Тип	Кол-во, шт.	Примечание
Натяжная двухцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	ЛКИ 120/110-III- СП	6	
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	ЛКИ 120/110-III- СП	3	
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 70/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ	ЛКИ 70/110-III- СП	3	
Натяжное изолированное из изолятора ПС 70 Е крепление троса ГТК 20-47/23-10,9мм-44 кА <sup>2</sup> ·с-42 кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам ВЛ 110 кВ	ПС 70 Е	4	
Шлейф изолированный	ШСИП-110-(16-17,5)-3-8	3	
Зажим шлейфовый спиральный	ШС -17,1/15,2-11- АС - ТРИА С	3	
Гасители вибрации для провода АС 150/24	ГВП (М)-2,4-11-450. ПА -16 ,8	6	
Гасители вибрации для троса ГТК 20-47/23-10,9мм-44 кА <sup>2</sup> ·с-42 кН	ГВП (М)-1,6-11-400. ПА -11, 3	3	
Модуль дистанционной диагностики	МДД	3	

ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Наименование	Тип	Кол-во, шт.	Примечание
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам	ЛКИ 120/110-III- СП	9	
Натяжная одноцепная изолирующая из изолятора ЛКИ 70/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ	ЛКИ 70/110-III- СП	3	
Поддерживающая одноцепная изолирующая из изолятора ЛКП 120/110-III- СП подвеска провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ	ЛКП 120/110-III- СП	3	
Шлейф изолированный	ШСИП-110-(16-17,5)-3-8	3	
Зажим шлейфовый спиральный	ШС -17,1/15,2-11- АС - ТРИА С	3	
Гасители вибрации для провода АС 150/24	ГВП (М)-2,4-11-450. ПА -16 ,8	12	
Антиприсадочное птицезащитное устройство	АПЗУ -К -750 “Конус ”	3	
Модуль дистанционной диагностики	МДД	3	

Согласовано

Взам. инв. N

Подп. и дата

Инв. N подл.

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-11			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения . Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Разуваев				07.25		П		1
Пров.	Нестеров				07.25				
Нач.отдела	Нестеров				07.25	Ведомость оборудования	000 “Альянсэнергостройпроект” г. Нижний Новгород		
Н.контр.	Разуваев				07.25				
ГИП	Зотов				07.25	Формат А3 (альбом)			

ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино

Наименование	Тип	Кол., км / т	Примечание
Провод сталеалюминиевый неизолированный	АС 150/24 ГОСТ 839-2019	1,108/0,664	

ВЛ 110 кВ Икша -I - Ермолино

Наименование	Тип	Кол., км / т	Примечание
Провод сталеалюминиевый неизолированный	АС 150/24 ГОСТ 839-2019	0,649/0,389	
Грозозащитный трос	ГТК 20-47/23-10.9 мм-44 кА <sup>2</sup> ·с-42 кН ТУ 3500-001-88083123-2014	0,216/0,061	

Согласовано			
Взам. инв. N			
Подп. и дата			
Инв. N подл.			

						Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-12				
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино				
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта. Искусственные сооружения. Электротехнические решения		Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Разуваев			07.25			П		1
Пров.		Нестеров			07.25					
Нач.отдела		Нестеров			07.25					
						Ведомость монтажных материалов		ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.		Разуваев			07.25					
ГИП		Зотов			07.25					

ВЛ 110 кВ Икша -I – Белый Раст №3			
Наименование	Ед.изм.	Кол -во	Примечание
Провод сталеалюминиевый неизолированный. Одна цепь, 3 провода. L=563 м (оп.№18- оп.№20)	км/т	1,689/0,795	
Грозозащитный трос С 50. Один трос. L=4889 м (оп.№18 – портал ПС 750 кВ Белый Раст)	км/т	4,889/3,065	
Демонтаж натяжных изолирующих подвесок провода АС 120/19 на сущ. опорах типа У5м №18 и №20	шт.	6	
Демонтаж поддерживающих подвесок провода АС 120/19 на сущ. опоре №19 типа П1М	шт.	3	
Демонтаж поддерживающих подвесок на трос С 50	шт.	10	
Демонтаж натяжных подвесок на трос С 50	шт.	27	

Согласовано			
Взам. инв. N			
Подп. и дата			
Инв. N подл.			

Примечания:

1. Демонтированные материалы передать эксплуатирующей организации.
2. Непригодные для дальнейшего использования материалы должны быть вывезены на полигон ТБО.

						Д208320-330739Пир-227.0-ТКР1-13			
						Строительство ПС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст №3 на ПС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I - Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст - Ермолино			
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения решения линейного объекта . Искусственные сооружения . Электротехнические решения	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Разуваев			07.25		П		1
Пров.		Нестеров			07.25				
Нач.отдела		Нестеров			07.25				
						Ведомость демонтажных работ	ООО "Альянсэнергостройпроект" г. Нижний Новгород		
Н.контр.		Разуваев			07.25				
ГИП		Зотов			07.25				

Таблица расчётных нагрузок на провод марки АС 150/24			
<i>D=17.1 мм, S=173.2 мм<sup>2</sup>, E=8250.00 кгс/мм<sup>2</sup>, AL=0.000019, P1=0.599 кгс/м, Gmax=11.80 кгс/мм<sup>2</sup>, Gtmin=11.80 кгс/мм<sup>2</sup>, Gэкс=7.87 кгс/мм<sup>2</sup>, Qmax=50.99 кгс/м<sup>2</sup>, Qг1=12.24 кгс/м<sup>2</sup>, C1э=15 мм, C1у=15 мм, Qг2=12.24 кгс/м<sup>2</sup>, C2э=15 мм, C2у=15 мм, Tmax=40 °C, Tmin=-40 °C, Тэкс=5 °C, Tгол=-5 °C, Tвет=-5 °C, Tгр=15 °C, U=110 кВ, Cгаб=10 м, Ннтр=15.5 м, Ндтр=23.5 м, Нпттр=29.7 м, бдоп=40.00 кгс/мм<sup>2</sup></i>			
№	Наименование нагрузок	Погонные нагрузки кгс/м	Удельные нагрузки кгс/м*мм <sup>2</sup>
1	P(1) – собственный вес провода	0.599	0.0034584
2	P(2) – вес гололёда 1	0.885	0.0051092
3	P(3) – вес гололёда 2	0.885	0.0051092
4	P(4) – вес провода и гололёда 1	1.484	0.0085676
5	P(5) – вес провода и гололёда 2	1.484	0.0085676
6	P(6) – давление максимального ветра	0.856	0.0049394
7	P(7) – вес провода при монтаже	0.599	0.0034584
8	P(8) – давление ветра при грозе	0.116	0.0006701
9	P(9) – давление ветра при гололёде 1	0.799	0.0046145
10	P(10) – давление ветра при гололёде 2	0.799	0.0046145
11	P(11) – геометрическая сумма P(1) и P(6)	1.044	0.0060298
12	P(12) – геометрическая сумма P(1) и P(7)	0.610	0.0035203
13	P(13) – геометрическая сумма P(1) и P(8)	0.610	0.0035228
14	P(14) – геометрическая сумма P(4) и P(9)	1.685	0.0097313
15	P(15) – геометрическая сумма P(5) и P(10)	1.685	0.0097313

При расчётах в программе приняты следующие коэффициенты:  
1 Коэффициент надёжности по ответственности для ветра  
1 Региональный коэффициент по ветру  
1 Коэффициент надёжности по ответственности для гололёда  
1 Региональный коэффициент по гололёду  
1.3 Коэффициент надёжности по гололёду  
1.1 Коэффициент надёжности по ветру при расчёте проводов  
1 Коэффициент надёжности по весовой нагрузке при расчёте проводов  
0.5 Коэффициент условий работы при расчёте проводов  
Гололёд на тросе пересчитывать, если центр тяжести провода или троса более 25м

№	Расчётные режимы	Длина пролётов в метрах											
		50.00	100.00	150.00	164.75	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00
1	T=-5°C Cн=15.00/15.00 мм Qн=12.75 кгс/м <sup>2</sup>	7.59 0.40	9.54 1.28	11.31 2.42	11.80 2.80	11.80 4.12	11.80 6.44	11.80 9.28	11.80 12.63	11.80 16.49	11.80 20.87	11.80 25.86	11.80 31.32
	T=-5°C Cн=15.00/15.00 мм Qн=12.75 кгс/м <sup>2</sup>	7.59 0.40	9.54 1.28	11.31 2.42	11.80 2.80	11.80 4.12	11.80 6.44	11.80 9.28	11.80 12.63	11.80 16.49	11.80 20.87	11.80 25.86	11.80 31.32
3	T=-5°C Cн=0 мм Qн=53.13 кгс/м <sup>2</sup>	6.85 0.28	7.94 0.95	9.04 1.88	9.34 2.19	8.84 3.41	8.36 5.63	8.06 8.41	7.87 11.73	7.74 15.57	7.65 19.94	7.59 24.91	7.54 30.35
	T=-40°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	11.80 0.09	11.80 0.37	11.80 0.82	11.80 0.99	9.73 1.78	7.41 3.65	6.13 6.34	5.48 9.66	5.11 13.53	4.89 17.92	4.74 22.89	4.63 28.34
5	T=5°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	5.01 0.22	5.66 0.76	6.32 1.54	6.51 1.80	5.78 2.99	5.18 5.22	4.86 8.01	4.67 11.34	4.55 15.19	4.47 19.57	4.42 24.54	4.38 29.99
	T=-5°C Cн=15.00 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	7.35 0.36	9.04 1.18	10.62 2.27	11.06 2.63	10.92 3.92	10.77 6.21	10.68 9.03	10.61 12.36	10.56 16.22	10.53 20.59	10.51 25.57	10.49 31.02
7	T=40°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	1.90 0.57	3.10 1.39	4.06 2.39	4.32 2.72	4.28 4.04	4.25 6.35	4.24 9.18	4.23 12.53	4.22 16.39	4.21 20.77	4.21 25.76	4.21 31.21
	T=15°C Cн=0 мм Qн=5.10 кгс/м <sup>2</sup>	3.77 0.29	4.71 0.93	5.55 1.79	5.77 2.07	5.32 3.31	4.94 5.57	4.73 8.37	4.61 11.71	4.53 15.56	4.47 19.94	4.43 24.91	4.41 30.36
9	T=-15°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	7.94 0.14	8.18 0.54	8.50 1.16	8.60 1.39	7.26 2.42	6.05 4.55	5.42 7.31	5.07 10.64	4.86 14.49	4.72 18.87	4.63 23.83	4.56 29.28
	T=15°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	3.75 0.29	4.67 0.92	5.49 1.77	5.71 2.06	5.25 3.29	4.87 5.55	4.66 8.36	4.53 11.69	4.45 15.54	4.39 19.92	4.36 24.89	4.33 30.34
11	T=70°C Cн=0 мм Qн=0.00 кгс/м <sup>2</sup>	1.22 0.89	2.24 1.93	3.13 3.10	3.37 3.48	3.56 4.86	3.73 7.24	3.85 10.11	3.93 13.48	3.98 17.37	4.02 21.76	4.05 26.77	4.08 32.23

Примечания:  
1. В таблице в верхней строке даны напряжения в [кгс/мм<sup>2</sup>], в нижней строке – стрелы провеса в [м].  
2. Величина гололёда в таблице показана только с учётом коэффициента пересчёта по высоте.  
3. Габаритный пролёт определён для режима максимальной температуры – 232.8 м., габаритная стрела – 5.5 м.

						Д208320-330739ПІР-227.0-ТКР1-14					
						Строительство ЛС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст №3 на ЛС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения линейного объекта . Искусственные сооружения . Электротехнические решения			Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Разуваев			07.25				П		1
Пров.		Нестеров			07.25						
Нач.отдела		Нестеров			07.25	Механический расчет провода АС 150/24			ООО “Альянсэнергостройпроект” г. Нижний Новгород		
Н.контр.		Разуваев			07.25						
ГИП		Зотов			07.25						



Таблица расчётных нагрузок на трос марки ГТК 20-47/23-10,9 мм-44 кА 2-с-42 кН			
$D=10.9\text{ мм}, S=70.6\text{ мм}^2, E=9534.00\text{ кгс/мм}^2, AL=0.000017, P1=0.284\text{ кгс/м}, G_{\max}=42.90\text{ кгс/мм}^2, G_{\text{экс}}=18.63\text{ кгс/мм}^2, Q_{\max}=50.99\text{ кгс/м}^2, Q_{\geq 1}=12.24\text{ кгс/м}^2, C1_{\geq}=15\text{ мм}, C1_{\text{у}}=15\text{ мм}, Q_{\geq 2}=12.24\text{ кгс/м}^2, C2_{\geq}=15\text{ мм}, C2_{\text{у}}=15\text{ мм}, T_{\max}=40\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{\min}=-40\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{\text{экс}}=5\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{\text{гол}}=-5\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{\text{вет}}=-5\text{ }^{\circ}\text{C}, T_{\text{гр}}=15\text{ }^{\circ}\text{C}, U=110\text{ кВ}, C_{\text{габ}}=10\text{ м}, H_{\text{нтр}}=15.5\text{ м}, H_{\text{втр}}=23.5\text{ м}, H_{\text{мтр}}=29.7\text{ м}, G_{\text{доп}}=40.00\text{ кгс/мм}^2$			
№	Наименование нагрузок	Погонные нагрузки кгс/м	Удельные нагрузки кгс/м*мм <sup>2</sup>
1	P(1)- собственный вес провода	0.284	0.0040227
2	P(2)- вес гололёда 1	0.872	0.0123468
3	P(3)- вес гололёда 2	0.872	0.0123468
4	P(4)- вес провода и гололёда 1	1.156	0.0163695
5	P(5)- вес провода и гололёда 2	1.156	0.0163695
6	P(6)- давление максимального ветра	0.690	0.0097719
7	P(7)- вес провода при монтаже	0.284	0.0040227
8	P(8)- давление ветра при грозе	0.074	0.0010480
9	P(9)- давление ветра при гололёде 1	0.975	0.0138148
10	P(10)- давление ветра при гололёде 2	0.975	0.0138148
11	P(11)- геометрическая сумма P(1) и P(6)	0.746	0.0105674
12	P(12)- геометрическая сумма P(1) и P(7)	0.302	0.0042723
13	P(13)- геометрическая сумма P(1) и P(8)	0.293	0.0041569
14	P(14)- геометрическая сумма P(4) и P(9)	1.512	0.0214198
15	P(15)- геометрическая сумма P(5) и P(10)	1.512	0.0214198

При расчётах в программе приняты следующие коэффициенты:  
1 Коэффициент надёжности по ответственности для ветра  
1 Региональный коэффициент по ветру  
1 Коэффициент надёжности по ответственности для гололёда  
1 Региональный коэффициент по гололёду  
1.3 Коэффициент надёжности по гололёду  
1.1 Коэффициент надёжности по ветру при расчёте проводов  
1 Коэффициент надёжности по весовой нагрузке при расчёте проводов  
0.5 Коэффициент условий работы при расчёте проводов  
Гололёд на тросе пересчитывать, если центр тяжести провода или троса более 25м

№	Расчётные режимы	Длина пролётов в метрах											
		50.00	100.00	120.45	150.00	200.00	250.00	300.00	350.00	400.00	450.00	500.00	550.00
1	$T=-5\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=16.87/16.87\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=16.32\text{ кгс/м}^2$	16.82 0.40	19.77 1.35	21.02 1.85	21.02 2.87	21.02 5.09	21.02 7.96	21.02 11.46	21.02 15.60	21.02 20.38	21.02 25.79	21.02 32.02	21.02 38.78
2	$T=-5\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=16.87/16.87\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=16.32\text{ кгс/м}^2$	16.82 0.40	19.77 1.35	21.02 1.85	21.02 2.87	21.02 5.09	21.02 7.96	21.02 11.46	21.02 15.60	21.02 20.38	21.02 25.79	21.02 32.02	21.02 38.78
3	$T=-5\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=67.91\text{ кгс/м}^2$	15.66 0.21	16.69 0.79	17.21 1.11	15.76 1.89	13.82 3.82	12.63 6.54	11.93 9.96	11.51 14.06	11.24 18.81	11.05 24.20	10.92 30.39	10.82 37.14
4	$T=-40\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	21.02 0.06	21.02 0.24	21.02 0.35	17.96 0.63	12.06 1.67	7.73 4.06	5.96 7.59	5.22 11.81	4.83 16.65	4.61 22.10	4.46 28.30	4.36 35.08
5	$T=5\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	13.65 0.09	13.79 0.36	13.87 0.53	11.24 1.01	7.47 2.69	5.75 5.47	5.04 8.98	4.69 13.14	4.49 17.93	4.36 23.36	4.27 29.56	4.21 36.32
6	$T=-5\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=16.87\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	16.22 0.32	18.29 1.12	19.22 1.54	18.64 2.47	17.86 4.58	17.35 7.37	17.01 10.83	16.78 14.93	16.63 19.69	16.52 25.09	16.43 31.29	16.37 38.04
7	$T=40\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	8.04 0.16	8.56 0.59	8.81 0.83	7.15 1.58	5.52 3.64	4.86 6.47	4.54 9.97	4.37 14.11	4.26 18.88	4.19 24.30	4.14 30.50	4.11 37.26
8	$T=15\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=5.10\text{ кгс/м}^2$	12.03 0.11	12.26 0.42	12.39 0.61	9.99 1.17	6.93 3.00	5.60 5.80	5.03 9.30	4.73 13.45	4.56 18.23	4.45 23.66	4.37 29.85	4.32 36.61
9	$T=-15\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	16.92 0.08	17.00 0.31	17.05 0.45	14.20 0.85	9.43 2.26	6.77 4.93	5.69 8.44	5.18 12.62	4.90 17.42	4.73 22.86	4.62 29.05	4.54 35.82
10	$T=15\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	12.02 0.10	12.23 0.41	12.35 0.59	9.91 1.14	6.79 2.96	5.45 5.76	4.88 9.27	4.59 13.42	4.42 18.21	4.31 23.63	4.23 29.83	4.18 36.59
11	$T=70\text{ }^{\circ}\text{C}$												
	$C_{\text{н}}=0\text{ мм}$ $Q_{\text{н}}=0.00\text{ кгс/м}^2$	3.90 0.32	5.15 0.98	5.62 1.30	5.05 2.24	4.55 4.42	4.33 7.26	4.21 10.76	4.14 14.89	4.09 19.66	4.06 25.07	4.04 31.28	4.02 38.05
Примечания: 1. В таблице в верхней строке даны напряжения в [кгс/мм <sup>2</sup> ], в нижней строке - стрелы провеса в [м].													

						Д208320-330739ПІР-227.0-ТКР1-15					
						Строительство ЛС 110 кВ Ермолино с установкой двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 25 МВА каждый и заходов от ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст №3 на ЛС 110 кВ Ермолино с образованием ВЛ 110 кВ Икша I – Ермолино и ВЛ 110 кВ Белый Раст – Ермолино					
Изм.	Кол.уч.	Лист	Ндок.	Подп.	Дата	Технологические и конструктивные решения линейного объекта . Искусственные сооружения . Электротехнические решения			Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Разуваев			07.25				П		1
Пров.		Нестеров			07.25						
Нач.отдела		Нестеров			07.25				ООО “Альянсэнергостройпроект” г. Нижний Новгород		
Н.контр.		Разуваев			07.25						
ГИП		Зотов			07.25	Механический расчет троса ГТК 20-47/23-10,9 мм-44 кА <sup>2</sup> ·с-42 кН					

## **Приложения**



06.05.2025

## Приложение А

ООО «Инкаб»  
614532, Россия, Пермский край,  
Пермский район, д. Нестюково,  
ул. Придорожная, 2  
Tel. + 7 342 211 4141  
тел./факс + 7 (342) 211-41-41  
[mail@incab.ru](mailto:mail@incab.ru), [www.incab.ru](http://www.incab.ru)

Спецификация  
на грозозащитный трос коррозионностойкий  
марки ГТК20-47/23-10.9мм-44кА<sup>2</sup>·с-42кН  
ТУ 3500-001-88083123-2014

## Информация для заказа

Конструкция	Номер дизайна
ГТК20-47/23-10.9мм-44кА <sup>2</sup> ·с-42кН	583433

## Назначение и особенности

- Для защиты проводов линий электропередач напряжением 35 кВ и выше от прямых ударов молний

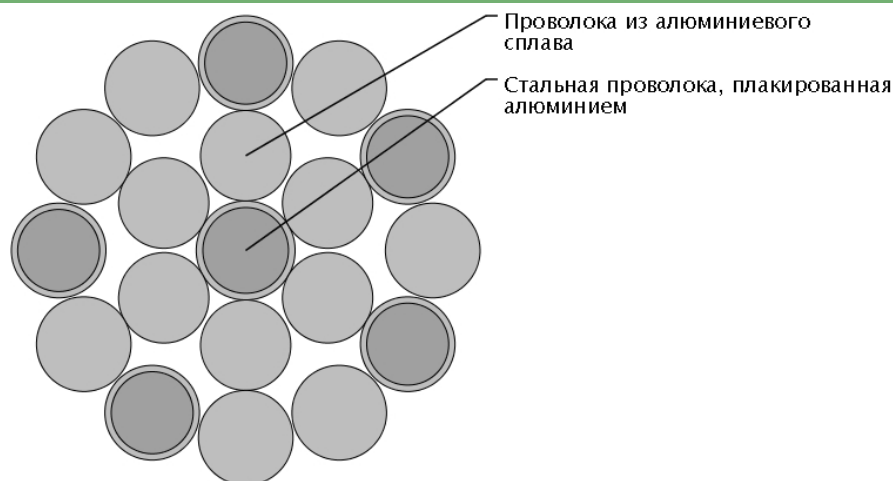


Стальная проволока, плакированная алюминием, исключает коррозию и повышает термическую стойкость



Защита ЛЭП от грозовых перенапряжений

## Конструкция



## Расшифровка кодового обозначения ГТК

ГТК20-47/23-10.9мм-44кА<sup>2</sup>·с-42кН

ГТК20		грозозащитный трос коррозионностойкий с применением плакированной проволоки 20SA
47	мм <sup>2</sup>	площадь сечения проволок из алюминиевого сплава
23	мм <sup>2</sup>	площадь сечения стальных проволок, плакированных алюминием
10.9	мм	номинальный наружный диаметр ГТК
44	кА <sup>2</sup> ·с	термическая стойкость к току КЗ
42	кН	механическая прочность на разрыв

Элементы конструкции	Материал	Диаметр	Кол-во проволок
Центральный элемент	Плакированная проволока	2.3 мм	-
1-ый повив	Проволока из алюминиевого сплава	2.1 мм	6 шт.
2-ой повив	Плакированная проволока	2.2 мм	5 шт.
	Проволока из алюминиевого сплава	2.2 мм	7 шт.

Технические характеристики		
Номинальный диаметр ГТК	мм	10.9
Вес ГТК	кг/км	284
Механическая прочность на разрыв (МППР)	кН	42.9
Максимально допустимая растягивающая нагрузка (МДРН)	кН	29.7
Среднеэксплуатационная нагрузка (СЭН)	кН	12.9
Сечение стали	мм <sup>2</sup>	23.2
Сечение алюминия	мм <sup>2</sup>	47.4
Полное сечение кабеля	мм <sup>2</sup>	70.6
D (Модуль упругости после реализации вытяжки)*	кН/мм <sup>2</sup>	57.1
F (Модуль упругости начальный (монтажный))*	кН/мм <sup>2</sup>	75.3
E (Модуль упругости конечный)*	кН/мм <sup>2</sup>	93.5
Температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР), ·10 <sup>-6</sup>	1/К	17.3
Сопротивление постоянному току при 20°C	Ом/км	0.588
Термическая стойкость (Начальная температура 25°C; конечная температура 200°C; 1 сек)	кА <sup>2</sup> ·с	44.0
Ток КЗ за 1 сек	кА	6.6

\* – Модули упругости приведены к полному поперечному сечению кабеля.

Параметры эксплуатации	
Рабочая температура	-60°C...+85°C
Температура монтажа	-30°C...+50°C
Температура транспортировки и хранения	-60°C...+70°C
Минимальный радиус изгиба	не менее 20 диаметров кабеля
Срок службы	50 лет

Строительные длины и тара	
Максимальная строительная длина	15.82 км
Тип барабана	№20У

#### Упаковка и маркировка

Кабели поставляются на деревянных барабанах с диаметром шейки не менее 40 номинальных диаметров кабеля, одной строительной длиной. По согласованию с заказчиком допускается поставка двух строительных длин на одном барабане. Нижний конец кабеля длиной не менее двух метров выводится на щеку барабана. Концы кабеля герметично заделываются. Упаковка кабелей соответствует требованиям ГОСТ 18690-2012.

На прикрепленной к барабану этикетке указывается: товарный знак, условное обозначение кабеля, дата изготовления (месяц, год), длина кабеля в метрах, масса брутто в килограммах.

На наружной стороне щеки каждого барабана указывается: заводской номер барабана, надпись: «Не класть плашмя», обозначено стрелкой допустимое направление качения барабана с кабелем.

В паспорте на кабель указывается: условное обозначение кабеля, номер технических условий, длина кабеля в метрах, тип ОВ, расцветка и распределение оптических волокон в модулях, расцветка модулей, коэффициенты затухания для каждого ОВ на нормируемых длинах волн, показатель преломления ОВ, изготовители ОВ и кабеля, дата изготовления кабеля.

Паспорт закрепляется на внутренней стороне щеки барабана.

По согласованию с Заказчиком возможно включение в паспорт дополнительной информации.

#### Документы

• Аттестация ПАО "Россети" заключение аттестационной комиссии № ИЗ-8/15 от 18.02.2015 с Продлением № ИПД-11/20 от 17.02.2020 совместно:

- со спиральными зажимами типа НС, типа СС, типа ПС производства КФ АО «ЭССП»;
- со спиральными зажимами типа НС-А11, типа ПС-В11, типа СС-В11, типа ШС-В11 производства ООО «ЧЭМЗ»;
- с прессуемыми зажимами типа НГТК20, типа СГТК20 производства ООО «ЧЭМЗ»;
- со спиральными шлейфовыми зажимами типа ШС-11 производства АО «ЭССП»;
- со спиральными зажимами типа НС-ГТК, типа ПСМ-ГТК, типа СС-ГТК производства ООО «ПЛП РУС».

По вопросам, связанным со спецификацией, обращаться:

Алексей Аксенов [a.aksenov@incab.ru](mailto:a.aksenov@incab.ru)

По вопросам технической поддержки и применения кабелей Инкаб в проектах обращаться:

Айрат Нуруллин [nurullin@incab.ru](mailto:nurullin@incab.ru)

## Приложение Б – Ведомость объемов работ

Наименование работ	Кол-во	Ед.изм.	Вес, кг
Сборка натяжной двухцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-04)	6	к-кт	35,07
Монтаж натяжной двухцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-04)	6	к-кт	35,07
Сборка натяжной одноцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-05)	12	к-кт	15,05
Монтаж натяжной одноцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к анкерно-угловым опорам (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-05)	12	к-кт	15,05
Сборка натяжной одноцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 70/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-06)	6	к-кт	8,57
Монтаж натяжной одноцепной изолирующей из изолятора ЛКИ 70/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к порталам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-06)	6	к-кт	8,57
Сборка поддерживающей одноцепной изолирующей из изолятора ЛКП 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-07)	3	к-кт	12,02
Монтаж поддерживающей одноцепной изолирующей из изолятора ЛКП 120/110-III-СП подвески провода АС 150/24 к промежуточным опорам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-07)	3	к-кт	12,02
Сборка натяжного изолированного из изолятора ПС70Е крепления троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам и порталам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-08)	4	к-кт	11,895
Монтаж натяжного изолированного из изолятора ПС70Е крепления троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН (с заземлением) к анкерно-угловым опорам и порталам ВЛ 110 кВ (Д208320-330739ПИР-227.0-ТКР1-08)	4	к-кт	11,895
Монтаж провода АС 150/24 по трассе ВЛ без пересечения препятствий	1,196	км	-
Монтаж провода АС 150/24 по трассе ВЛ с пересечением препятствий	0,510	км	-
Монтаж троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН по трассе ВЛ без пересечения препятствий	0,040	км	-
Монтаж троса ГТК20-47/23-10,9мм-44кА <sup>2</sup> с-42кН по трассе ВЛ с пересечением препятствий	0,170	км	-
Установка гасителей вибрации ГВП	21	шт.	-
Установка антиприсадочных птицезащитных устройств АПЗУ	3	шт.	-
Установка модулей дистанционной диагностики ВЛ	6	шт.	3,0

**Схема виброзащиты для  
ОКГТ-Ц-А-48G.652D-13,2мм-95кА2·с-64кН**



Рисунок 1. Места установки гасителей вибрации у натяжных зажимов.

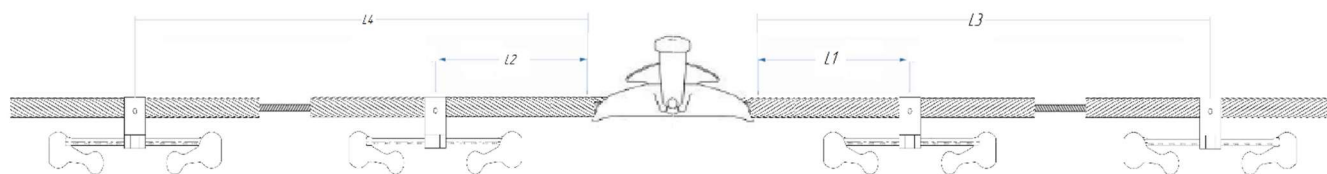


Рисунок 2. Места установки гасителей вибрации у поддерживающих зажимов.

Пролет, м	Места установки					
	L1, м	Марка гасителя вибрации	L2, м	Марка гасителя вибрации	L3, м	Марка гасителя вибрации
24,33	0,2	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-		-	
106,65	0,4	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-		-	
109,59	0,5	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-		-	
210,1	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
162,6	0,5	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	0,9	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
241,65	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
216,48	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
165,91	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
203,77	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
194,64	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
199,56	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
179,93	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
208,75	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
221,1	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
218,63	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
245,72	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
165,09	0,4	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	0,8	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
219,89	0,7	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,2	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
216,9	0,7	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,2	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
220,89	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,0	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
297,14	0,7	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,3	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	2,2	ГВП(М)-0,8-9,1-350.ПА-13,3
296,71	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,9	ГВП(М)-0,8-9,1-350.ПА-13,3
208,03	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
110,5	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-		-	
40,1	0,2	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-		-	

Пролет, м	Места установки			
	L1, м	Марка гасителя вибрации	L2, м	Марка гасителя вибрации
40,1	0,4	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	-	
169,86	0,4	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3	0,7	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3

Количество ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,3 на каждый кабель – 48 шт.

Количество ГВП(М)-0,8-9,1-350.ПА-13,3 на каждый кабель – 2 шт.

Схема виброзащиты для  
**ГТК20-47/23-10,9мм-44кА2·с-42кН**

Пролет, м	Места установки			
	L1, м	Марка гасителя вибрации	L2, м	Марка гасителя вибрации
40,1	0,2	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-11,3	-	
169,86	0,6	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-11,3	1,1	ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-11,3

Количество ГВП(М)-1,6-11-400.ПА-13,0 на каждый кабель – 3 шт

### Схема виброзащиты для провода АС 150/24

Пролет, м	Места установки			
	L1, м	Марка гасителя вибрации	L2, м	Марка гасителя вибрации
208,03	0,7	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8	1,2	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8
110,5	0,7	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8	-	
40,1	0,2	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8	-	

Пролет, м	Места установки			
	L1, м	Марка гасителя вибрации	L2, м	Марка гасителя вибрации
40,1	0,2	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8	-	
169,86	0,8	ГВП(М)-2,4-11-450.ПА-16,8	-	



## Приложение Г

ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОРЫ У110-2+5 ПК169.86 []

=====

15.08.2025 10:59:27 < Пользователь - Razuvaev\_NE > "

Файл исходных данных - ОпораN19(У110-2+5)\_ПК169.86.xml

=====

Исходные данные для расчета:

=====

Опора N 19, ПК 169.86

Шифр опоры У110-2+5

База опоры 6.3х6.3 м

Настроечные коэффициенты:

-----

Коэффициент по 3602тм-I-13(4) Нрасч = 1.35

Коэффициент по 3602тм-II-54 Nu = .4

Коэффициент по 3602тм-I-15(7) Нрасч = .15

Коэффициент по 3602тм-I-23(15) Nu = .85

Данные по заземлению:

-----

В качестве заземлителей приняты вертикальные электроды

Длина электродов Lв = 5м

Глубина траншеи t = .5м

Круглые электроды диаметром d = .016м

Количество электродов N = 2

Расстояние между электродами а = 9.2м

Данные по грунтам на пикете установки опоры:

-----

Глубина слоя сезонных изменений hс = 1.5

Сезонный коэффициент Кс = 1.45

Измеренные характеристики грунтов

N	Наименование грунта	Ro	Мощность
пп		Ом*м	слоя, м
1	Пески средней крупности	1000	2.95
2	Глины полутвердые (0.1<=IL<=0.5)	9.7	2.25
3	Суглинки полутвердые (0.0<=IL<=0.25)	11.5	2.8

-----

Полная мощность заданных слоев Н = 8м

Приведение к расчетной структуре грунта

-----

Нлизм > Нс (3602-I-11)

Первый эквивалентный слой принят  $h_{1э} = 5.5\text{м}$

Коэффициент для учета параметров грунта 3602тм-I-13(4) = 1.35

Расчетная глубина  $H_{расч} = 6.75\text{ м}$

Расчетные характеристики грунтов (по глубине  $h_{1э} = 5.5$ ,  $h_{1изм} > h_c$ )

Перечень грунтов	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
Расчетный грунт N1	1450	.00069	1.5
Расчетный грунт N2	1000	.001	1.45
Расчетный грунт N3	9.7	.103093	2.25
Расчетный грунт N4	11.5	.086957	.3

Усредненная удельная проводимость слоев, составляющих толщину  $h_{1э} = .04737\text{ 1/Ом*м}$

Эквивалентное удельное сопротивление верхнего слоя двухслойной модели  
 $R_{o1э} = 21.1108$

Измеренные характеристики грунтов между  $h_{1э}$  и  $H_{расч}$

N пп	Наименование грунта	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
1	Суглинки полутвердые ( $0.0 \leq IL <$	11.5	.086957	1.25

Эквивалентная удельная проводимость всех слоев = .0547 1/Ом\*м

Эквивалентное удельное сопротивление второго слоя двухслойной модели  $R_{o2э} = 11.5$

$$R_{o1э}/R_{o2э} = 21.1108/11.5 = 1.836$$

$$h_{1э}/L_v = 5.5/5 = 1.1$$

По графику 3602тм-II-1  $R_{оэ}/R_{o2э} = 1.71$

$$R_{оэ} = 19.669$$

По графику 3602тм-I-6  $N_u = .94$  (для  $d/L_v = 1.8$ )

$$R_{v1} = (0.366 \cdot 19.67/5) \cdot L_g(4 \cdot 5/.016)$$

Сопротивление вертикального заземлителя  $R_{vэ} = 4.385\text{Ом}$

$$R_{vэ} = R_{v1} / (2 \cdot .94)$$

Общее сопротивление вертикального заземлителя  $R_{vэ} = 2.332\text{Ом}$

Двухцепная опора (п.2.5.129):

```
=====
=====
ВЕЛИЧИНА СОПРОТИВЛЕНИЯ УДОВЛЕТВОРЯЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ПУЭ-7 ТАБЛ. 2.5.19  -
2.332 <= 5
=====
=====
```

Расчет импульсных значений сопротивления

-----  
По графику 3602тм-II-54 Alfa = .952  
Коэффициент взаимного экранирования Nu = .4  
Rимп = .888

ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОРЫ ПСБ110-1 ПК4534.06 []

=====

15.08.2025 10:57:08 < Пользователь - Razuvaev\_NE > "

Файл исходных данных - ОпораN23 (ПСБ110-1)\_ПК4534.06.xml

=====

Исходные данные для расчета:

=====

Опора N 23, ПК 4534.06

Шифр опоры ПСБ110-1

База опоры 0x0 м

Настроечные коэффициенты:

-----

Коэффициент по 3602тм-I-13(4) Нрасч = 1.35

Коэффициент по 3602тм-II-54 Nu = .4

Коэффициент по 3602тм-I-15(7) Нрасч = .15

Коэффициент по 3602тм-I-23(15) Nu = .85

Данные по заземлению:

-----

В качестве заземлителей приняты вертикальные электроды

Длина электродов Lв = 5м

Глубина траншеи t = .5м

Круглые электроды диаметром d = .016м

Количество электродов N = 1

Данные по грунтам на пикете установки опоры:

-----

Глубина слоя сезонных изменений hс = 1.5

Сезонный коэффициент Кс = 1.45

Измеренные характеристики грунтов

-----				
N	Наименование грунта	Ro	Мощность	
пп		Ом*м	слоя, м	
-----+-----+-----+-----				
1	Пески средней крупности	1000	2.95	
-----+-----+-----+-----				
2	Глины полутвердые (0.1<=IL<=0.1	9.7	2.65	
-----+-----+-----+-----				
3	Суглинки полутвердые (0.0<=IL<=0.1	11.5	2.4	
-----+-----+-----+-----				

Полная мощность заданных слоев Н = 8м

Приведение к расчетной структуре грунта

-----

Н<sub>изм</sub> > Н<sub>с</sub> (3602-I-11)

Первый эквивалентный слой принят h<sub>1э</sub> = 5.5м

Коэффициент для учета параметров грунта 3602тм-I-13(4) = 1.35

Расчетная глубина  $H_{расч} = 6.75$  м

Расчетные характеристики грунтов (по глубине  $h_{лэ} = 5.5$ ,  $h_{лизм} > h_c$ )

Перечень грунтов	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
Расчетный грунт N1	1450	.00069	1.5
Расчетный грунт N2	1000	.001	1.45
Расчетный грунт N3	9.7	.103093	2.55

Усредненная удельная проводимость слоев, составляющих толщину  $h_{лэ} = .04825$  1/Ом\*м

Эквивалентное удельное сопротивление верхнего слоя двухслойной модели  
 $R_{o1э} = 20.7257$

Измеренные характеристики грунтов между  $h_{лэ}$  и  $H_{расч}$

N пп	Наименование грунта	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
1	Суглинки полутвердые ( $0.0 \leq IL < 0.25$ )	9.7	.103093	.1
2	Суглинки полутвердые ( $0.0 \leq IL < 0.25$ )	11.5	.086957	1.15

Эквивалентная удельная проводимость всех слоев = .055656 1/Ом\*м

Сопротивление соседних слоев увеличивается -  $R_o = 11.3318$

Эквивалентное удельное сопротивление второго слоя двухслойной модели  $R_{o2э} = 11.3318$

$R_{o1э}/R_{o2э} = 20.7257/11.3318 = 1.829$

$h_{лэ}/L_v = 5.5/5 = 1.1$

По графику 3602тм-II-1  $R_{оэ}/R_{o2э} = 1.705$

$R_{оэ} = 19.317$

$R_{в1} = (0.366 \cdot 19.32/5) \cdot L_g(4 \cdot 5/.016)$

Сопротивление вертикального заземлителя  $R_{вэ} = 4.307$  Ом

Одноцепная опора с грозотросом высотой менее 50м (п.2.5.129):

=====

ВЕЛИЧИНА СОПРОТИВЛЕНИЯ УДОВЛЕТВОРЯЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ПУЭ-7 ТАБЛ. 2.5.19 -  
 $4.307 \leq 10$

=====

=====

Расчет импульсных значений сопротивления

-----

По графику 3602тм-II-54 Alfa = .953

Rимп = 4.103

ПРОТОКОЛ РАСЧЕТА ЗАЗЕМЛЕНИЯ ОПОРЫ У110-1+5 ПК4644.56 []

=====

15.08.2025 10:57:43 < Пользователь - Razuvaev\_NE > "

Файл исходных данных - ОпораN24 (У110-1+5)\_ПК4644.56.xml

=====

Исходные данные для расчета:

=====

Опора N 24, ПК 4644.56

Шифр опоры У110-1+5

База опоры 6.3х6.3 м

Настроечные коэффициенты:

-----

Коэффициент по 3602тм-I-13(4) Нрасч = 1.35

Коэффициент по 3602тм-II-54 Nu = .4

Коэффициент по 3602тм-I-15(7) Нрасч = .15

Коэффициент по 3602тм-I-23(15) Nu = .85

Данные по заземлению:

-----

В качестве заземлителей приняты вертикальные электроды

Длина электродов Lв = 5м

Глубина траншеи t = .5м

Круглые электроды диаметром d = .016м

Количество электродов N = 2

Расстояние между электродами a = 9.2м

Данные по грунтам на пикете установки опоры:

-----

Глубина слоя сезонных изменений hс = 1.5

Сезонный коэффициент Кс = 1.45

Измеренные характеристики грунтов

-----				
N	Наименование грунта	Ro	Мощность	
пп		Ом*м	слоя, м	
-----+-----+-----+-----+-----				
1	Пески средней крупности	1000	2.95	
-----+-----+-----+-----+-----				
2	Суглинки полутвердые (0.0<=IL<	9.9	1.65	
-----+-----+-----+-----+-----				
3	Суглинки полутвердые (0.0<=IL<	11.5	1.4	
-----+-----+-----+-----+-----				
4	Глины полутвердые (0.1<=IL<=0.	11.1	2	
-----+-----+-----+-----+-----				

Полная мощность заданных слоев Н = 8м

Приведение к расчетной структуре грунта

-----

$h_{\text{лизм}} > h_c$  (3602-I-11)

Первый эквивалентный слой принят  $h_{1э} = 5.5\text{ м}$

Коэффициент для учета параметров грунта 3602тм-I-13(4) = 1.35

Расчетная глубина  $H_{\text{расч}} = 6.75\text{ м}$

Расчетные характеристики грунтов (по глубине  $h_{1э} = 5.5$ ,  $h_{\text{лизм}} > h_c$ )

Перечень грунтов	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
Расчетный грунт N1	1450	.00069	1.5
Расчетный грунт N2	1000	.001	1.45
Расчетный грунт N3	9.9	.10101	1.65
Расчетный грунт N4	11.5	.086957	.9

Усредненная удельная проводимость слоев, составляющих толщину  $h_{1э} = .04498\text{ 1/Ом*м}$

Эквивалентное удельное сопротивление верхнего слоя двухслойной модели  
 $R_{o1э} = 22.2301$

Измеренные характеристики грунтов между  $h_{1э}$  и  $H_{\text{расч}}$

N пп	Наименование грунта	$R_o$ Ом*м	Удельная проводимость	Мощность слоя, м
1	Глины полутвердые ( $0.1 \leq I_L \leq 0.5$ )	11.5	.086957	.5
2	Глины полутвердые ( $0.1 \leq I_L \leq 0.5$ )	11.1	.09009	.75

Эквивалентная удельная проводимость всех слоев = .053105 1/Ом\*м

Сопротивление соседних слоев уменьшается -  $R_o = 11.26$

Эквивалентное удельное сопротивление второго слоя двухслойной модели  $R_{o2э} = 11.26$

$R_{o1э}/R_{o2э} = 22.2301/11.26 = 1.974$

$h_{1э}/L_v = 5.5/5 = 1.1$

По графику 3602тм-II-1  $R_{oэ}/R_{o2э} = 1.828$

$R_{oэ} = 20.585$

По графику 3602тм-I-6  $Nu = .94$  (для  $d/L_v = 1.8$ )

$R_{v1} = (0.366 \cdot 20.58/5) \cdot L_g(4 \cdot 5/.016)$



Сопrotивление вертикального заземлителя  $R_{вз} = 4.5890\text{м}$   
 $R_{вз} = R_{в1} / (2 * .94)$   
 Общее сопротивление вертикального заземлителя  $R_{вз} = 2.4410\text{м}$

Одноцепная опора с грозотросом высотой менее 50м (п.2.5.129):

=====

=====

ВЕЛИЧИНА СОПРОТИВЛЕНИЯ УДОВЛЕТВОРЯЕТ ТРЕБОВАНИЯМ ПУЭ-7 ТАБЛ. 2.5.19 -

$2.441 \leq 10$

=====

=====

Расчет импульсных значений сопротивления

-----

По графику 3602тм-II-54  $\text{Alfa} = .951$   
 Коэффициент взаимного экранирования  $Nu = .4$   
 $R_{имп} = .929$

Расчетные условия для оценки термического воздействия и  
термической устойчивости троса ГТК20-47/23-10.9мм-44кА<sup>2</sup>·с-42кН

ВЛ 110 кВ Икша - Ермолино

При к.з. на ПС Икша:

$i_{11} := 17.36$  - ток от ПС Икша, кА  
 $i_{21} := 4.34$  - ток от ПС Ермолино, кА

При к.з. на ПС Ермолино:

$i_{12} := 2.354$  - ток от ПС Икша, кА  
 $i_{22} := 9.416$  - ток от ПС Ермолино, кА

$L := 4600$  - длина линии, м

$l := 230$  - длина пролета, м

$R := 10$  - сопротивление заземления опор, Ом

$R_{п1} := 0.5$  - сопротивление контура заземления ПС 1, Ом

$R_{п2} := 0.5$  - сопротивление контура заземления ПС 2, Ом

$\rho_{ст} := 0.0848$  - удельное активное сопротивление стали, Ом\*мм<sup>2</sup>/м

$\rho_{ал} := 0.0271$  - удельное активное сопротивление алюминия, Ом\*мм<sup>2</sup>/м

$\rho := 1000$  - удельное сопротивление земли, Ом

$S_{ал} := 47.4$  - сечение алюминиевого сплава, мм<sup>2</sup>

$S_{ст} := 23.2$  - сечение стали, мм<sup>2</sup>

$n := 1$  - количество грозотросов, шт

$dm := 10.9$  - диаметр грозотроса, мм

$rз := 0.05$  - сопротивление растекания тока в земле, Ом/км

$rm := 0.588$  - активное сопротивление грозотроса, Ом/км

$amm := 0$  - расстояние между грозотросами, м

оп. П1м

$a1 := \sqrt{(3.2)^2 + 2.5^2}$  - расстояние между проводом фазы А и ГТ1, Ом·м

$a2 := \sqrt{6.8^2 + 3.5^2}$  - расстояние между проводом фазы В и ГТ1, Ом·м

$a3 := \sqrt{6.8^2 + 2.5^2}$  - расстояние между проводом фазы С и ГТ1, Ом·м

☐ График изменение тока в ОКГТ

При отсутствии в имеющихся материалах данных об изменении тока к.з. при перемещении точки к.з. вдоль линии, такие значения могут быть с достаточной для приближенных расчетов степенью точности получены из соотношений:

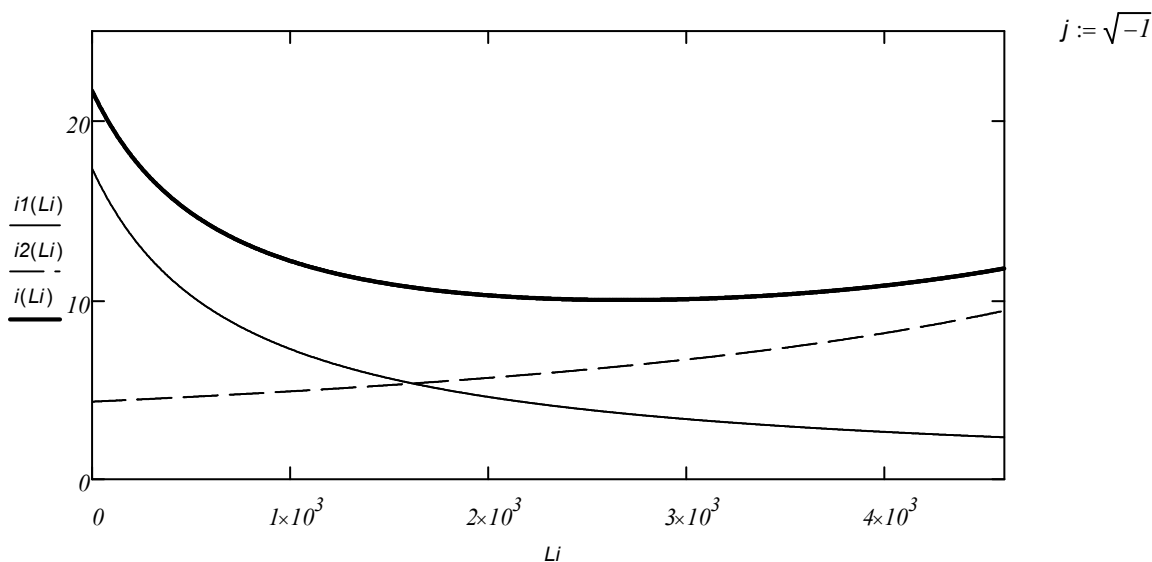
$$i1(Li) := \frac{i11 \cdot i12}{i11 \cdot \frac{Li}{L} + i12 \cdot \frac{L - Li}{L}}$$

$$i2(Li) := \frac{i22 \cdot i21}{i22 \cdot \frac{L - Li}{L} + i21 \cdot \frac{Li}{L}}$$

$$i(Li) := i1(Li) + i2(Li)$$

ПС №1 Икша

ПС №2 Ермолино



$i_{11} := 17.3$  - ток от ПС Икша, кА

$i_{21} := 4.4$  - ток от ПС Ермолино, кА

Глубина обратного тока земли  $D_3$  определяется типом грунта.

Глубина обратного тока, Ом·м:

$$D_3 := 93.5 \sqrt{\rho}$$

$$D_3 = 2.957 \times 10^3$$

где  $\rho$  - удельное сопротивление земли, Ом

Среднегеометрическое расстояние между фазными проводами и ГТ (ОКГТ), м

$$a_{пт} := \sqrt[3]{a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}$$

$$a_{пт} = 6.082$$

где  $a$  - расстояние между проводами и тросами, м

Сопротивление взаимоиנדукции фаза-трос определяется по выражению, Ом/км:

$$x_{пт} := 0.145 \cdot \log\left(\frac{D_3}{a_{пт}}\right)$$

$$x_{пт} = 0.39$$

Эквивалентный диаметр ОКГТ, м

$$d_{тэкв} := \begin{cases} dm & \text{if } n = 1 \\ \sqrt{2dm \cdot am} & \text{if } n = 2 \end{cases}$$

- при одном ОКГТ;  
- при двух ОКГТ.

$$d_{тэкв} = 10.9$$

Индуктивное сопротивление определяется по соотношению, Ом/км

$$x_m := 0.145 \left( \log\left(2 \frac{D_3}{d_{тэкв}}\right) \right)$$

$$x_m = 0.396$$

Безразмерный коэффициент  $P$ , учитывающий взаимоиנדукцию между ОКГТ и фазными проводами ВЛ:

$$p := 1 - \frac{r_3 + j \cdot x_{пт}}{r_3 + \frac{rm}{n} + j \cdot x_m}$$

$$p = 0.67 - 0.405i$$

Сопротивление троса в пролете:

$$z := \left( r_3 + \frac{rm}{n} + j \cdot xm \right) \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$z = 0.147 + 0.091i$$

$$zc := \sqrt{z \cdot R}$$

$$zc = 1.264 + 0.361i$$

$$\gamma := \sqrt{\frac{z}{R}}$$

$$\gamma = 0.126 + 0.036i$$

Число пролетов, шт

$$N := \frac{L}{l} \quad N = 20$$

Определим параметры схемы замещения при к.з. на опоре "к":

$$k := 1$$

где k=0 - соответствует первой опоре, k=1- второй опоре, и т.д.

$$m1 := k$$

$$m1 = 1 \quad \text{- количество пролетов слева от точки к.з.}$$

$$m2 := N - k$$

$$m2 = 19 \quad \text{- количество пролетов справа от точки к.з.}$$

Сопротивления, на которые замкнуты участки слева и справа соответственно:

$$zm1 := Rn1$$

$$zm1 = 0.5$$

$$zm2 := Rn2$$

$$zm2 = 0.5$$

Входные сопротивления:

а) входное сопротивление троса слева от точки КЗ:

$$z_{ex1} := \frac{zm1 \cdot zc + zc^2 \cdot \tanh(m1 \cdot \gamma)}{zc + zm1 \cdot \tanh(m1 \cdot \gamma)}$$

$$z_{ex1} = 0.616 + 0.086i$$

При больших значениях m, когда  $m > 3R/zc$ ,  $z_{ex2} = zc$ .

б) входное сопротивление троса справа от точки КЗ:

$$z_{ex2} := zc$$

$$z_{ex2} = 1.264 + 0.361i$$

Определяем  $Z_0$ :

$$z_0 := \frac{l}{\frac{l}{z_{ex1}} + \frac{l}{z_{ex2}} + \frac{l}{R}}$$

$$z_0 = 0.4 + 0.071i$$

**ВЛ включена с обоих концов:**

Определяем составляющую тока ГТ:

а) Ток в грозотросе влево от точки КЗ  $I_{yA1}$ , кА:

$$I_{yA1} := (1 - p) \cdot i11 = 5.714 + 7.013i$$

б) Ток в грозотросе вправо от точки КЗ  $I_{yB1}$ , кА:

$$I_{yB1} := (1 - p) \cdot i21 = 1.453 + 1.784i$$

Определяем дополнительную составляющую тока ГТ, учитывающую влияние ненулевого

значения сопротивления опоры с точкой КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $I_{dopA1}$ , кА:

$$I_{dopA1} := p \cdot i_{11} \cdot \frac{z_0}{z_{\Sigma 1}} = 7.733 - 4.296i$$

б) Ток вправо от точки КЗ  $I_{dopB1}$ , кА:

$$I_{dopB1} := p \cdot i_{21} \cdot \frac{z_0}{z_{\Sigma 2}} = 0.85 - 0.641i$$

$$|I_{dopA1}| = 8.846$$

$$|I_{dopB1}| = 1.064$$

Поскольку точка КЗ расположена вблизи порталов ПС, то необходим учет  $I_{dp1}$ . Предварительно рассчитываем ЭДС  $E_{a1}$  (кВ) и  $Z1$  (Ом):

$$E_{a1} := p \cdot i_{11} \cdot R_{\Pi 1} = 5.793 - 3.506i$$

$$Z1 := \frac{z_{\Sigma 2}^2}{2 \cdot z_{\Sigma 2}} = 0.632 + 0.18i$$

Определяем дополнительную составляющую тока ГТ  $I_{dp1}$  (кА), учитывающую влияние ненулевых значений сопротивления заземления РУ подстанций слева и справа:

а) Ток в грозотросе влево от точки КЗ  $I_{dp1A1}$ , кА:

$$I_{dp1A1} := \left( \frac{E_{a1}}{R_{\Pi 1} + Z1} \right) \cdot \left( \frac{z_{\Sigma 2}}{2 \cdot z_{\Sigma 2}} \right) \cdot \left( \frac{R}{R + z_{\Sigma 2}} \right)^{m1} = 1.946 - 1.756i$$

б) Ток в грозотросе вправо от точки КЗ  $I_{dp1B1}$ , кА:

$$I_{dp1B1} := \left( \frac{-E_{a1}}{R_{\Pi 1} + Z1} \right) \cdot \left( \frac{z_{\Sigma 2}}{2 \cdot z_{\Sigma 2}} \right) \cdot \left( \frac{R}{R + z_{\Sigma 2}} \right)^{m1+1} = -1.676 + 1.613i$$

Определяем общий полный ток в ГТ, текущий влево и вправо от точки КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $I_{tA1}$ , кА:

$$I_{tA1} := I_{yrA1} + I_{dopA1} + I_{dp1A1} = 15.392 + 0.961i$$

$$|I_{tA1}| = 15.422$$

а) Ток вправо от точки КЗ  $I_{tB1}$ , кА:

$$I_{tB1} := I_{yrB1} + I_{dopB1} + I_{dp1B1} = 0.627 + 2.756i$$

$$|I_{tB1}| = 2.826$$

**ВЛ включена только со стороны ПС2:**

Определяем составляющую тока ГТ:

а) Ток в грозотросе влево от точки КЗ  $I_{yrA2}$ , кА:

$$I_{yrA2} := 0$$

б) Ток в грозотросе вправо от точки КЗ  $I_{yrB2}$ , кА:

$$I_{yrB2} := (1 - p) \cdot i_{22} = 3.11 + 3.817i$$

Определяем дополнительную составляющую тока ГТ, учитывающую влияние ненулевого значения сопротивления опоры с точкой КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $I_{dopA2}$ , кА:

$$I_{dopA2} := i_{12} \cdot \frac{z_0}{z_{\Sigma 1}} = 1.536 + 0.057i$$

б) Ток вправо от точки КЗ  $I_{dopB2}$ , кА:

$$I_{dopB2} := p \cdot i_{22} \cdot \frac{z_0}{z_{\Sigma 2}} = 1.818 - 1.371i$$

Определяем общий полный ток в ГТ, текущий влево и вправо от точки КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $ItA2$ , кА:

$$ItA2 := I_{yrA2} + IdopA2 = 1.536 + 0.057i$$

$$|ItA2| = 1.538$$

а) Ток вправо от точки КЗ  $ItB2$ , кА:

$$ItB2 := I_{yrB2} + IdopB2 = 4.928 + 2.446i$$

$$|ItB2| = 5.502$$

**ВЛ включена только со стороны ПС1:**

Определяем составляющую тока ГТ:

а) Ток в грозотросе влево от точки КЗ  $I_{yrA3}$ , кА:

$$I_{yrA3} := (1 - p) \cdot i11 = 5.714 + 7.013i$$

б) Ток в грозотросе вправо от точки КЗ  $I_{yrB3}$ , кА:

$$I_{yrB3} := 0$$

Определяем дополнительную составляющую тока ГТ, учитывающую влияние ненулевого значения сопротивления опоры с точкой КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $IdopA3$ , кА:

$$IdopA3 := p \cdot i11 \cdot \frac{z0}{z_{ex1}} = 7.733 - 4.296i$$

б) Ток вправо от точки КЗ  $IdopB3$ , кА:

$$IdopB3 := p \cdot i21 \cdot \frac{z0}{z_{ex2}} = 0.85 - 0.641i$$

Поскольку точка КЗ расположена вблизи портала ПС1, то находим дополнительную составляющую  $Idp1$ .

Предварительно рассчитываем ЭДС  $Ea3$  (кВ):

$$Ea3 := p \cdot i11 \cdot R_{п2} = 5.793 - 3.506i$$

Определяем дополнительную составляющую тока ГТ  $Idp1$  (кА), учитывающую влияние ненулевых значений сопротивления заземления РУ подстанций слева и справа:

а) Ток в грозотросе влево от точки КЗ  $Idp1A3$ , кА:

$$Idp1A3 := \left( \frac{Ea3}{R_{п1} + Z1} \right) \cdot \left( \frac{z_{ex2}}{2 \cdot z_{ex2}} \right) \cdot \left( \frac{R}{R + z_{ex2}} \right)^{m1} = 1.946 - 1.756i$$

б) Ток в грозотросе вправо от точки КЗ  $Idp1B3$ , кА:

$$Idp1B3 := \left( \frac{-Ea3}{R_{п1} + Z1} \right) \cdot \left( \frac{z_{ex2}}{2 \cdot z_{ex2}} \right) \cdot \left( \frac{R}{R + z_{ex2}} \right)^{m1+1} = -1.676 + 1.613i$$

Определяем общий полный ток в ГТ, текущий влево и вправо от точки КЗ:

а) Ток влево от точки КЗ  $ItA3$ , кА:

$$ItA3 := I_{yrA3} + IdopA3 + Idp1A3 = 15.392 + 0.961i$$

$$|ItA3| = 15.422$$

а) Ток вправо от точки КЗ  $ItB3$ , кА:

$$ItB3 := I_{yrB3} + IdopB3 + Idp1B3 = -0.826 + 0.972i$$

$$|ItB3| = 1.276$$

Ток в ГТ в сторону левого портала значительно больше тока текущего вправо, поэтому рассчитываем термическое воздействие тока КЗ на ГТ для случаев работы УРОВ на ПС1 и неуспешного АПВ на устойчивое КЗ со стороны ПС1 для тока слева. В обоих вариантах

считается, что отключение КЗ производится основной защитой с абсолютной селективностью.

Параметры срабатывания РЗА, с:

Время срабатывания УРОВ, с:  $t1 := 0.5$

Полное время отключения выключателей  
с учетом времени гашения дуги, с:  $t2 := 0.04$

Собственное время срабатывания РЗ, с:  $t3 := 0.045$

Время отключения КЗ от УРОВ, с:  $t4 := 0.09$

Время ускорения РЗ после АПВ, с:  $t5 := 0.1$

Постоянная времени апериодической составляющей тока, с:  $Ta := 0.01$

Время срабатывания защиты со стороны ПС Икша, с:  $t6 := 0$

Время срабатывания защиты со стороны ПС Ермолино, с:  $t7 := 0$

1) Отказ выключателя со стороны ПС Икша и действие УРОВ:

Время отключения КЗ со стороны ПС Икша с учетом действия УРОВ, с:

$$totkl1 := t6 + t3 + t1 + t4 = 0.635$$

Время отключения КЗ со стороны ПС Ермолино, с:

$$totkl2 := t7 + t3 + t2 = 0.085$$

Термическое воздействие на ГТ в случае действия УРОВ на ПС Туран, кА<sup>2</sup>с:

$$Bteor1 := \left[ \frac{|ItA1|}{2} \right]^2 \cdot (totkl1 + Ta) + \left( \frac{|ItA2|}{2} \right)^2 \cdot (totkl2 - totkl1) + \left( \frac{|ItA1|}{2} - \frac{|ItA2|}{2} \right)^2 \cdot Ta = 38.509$$

2) Отключение КЗ с обоих концов ВЛ с последующим неуспешным АПВ со стороны ПС Белый Раст:

Время отключения КЗ со стороны ПС Икша, с:

$$totkl3 := t6 + t3 + t2 = 0.085$$

Время отключения КЗ со стороны ПС Ермолино, с:

$$totkl4 := t7 + t3 + t2 = 0.085$$

Время отключения КЗ со стороны ПС Икша после неуспешного АПВ, с:

$$totkl5 := t5 + t3 + t2 = 0.185$$

Термическое воздействие на ГТ в случае неуспешного АПВ со стороны ПС Икша, кА<sup>2</sup>с:

$$Bteor2 := \left( \frac{|ItA1|}{2} \right)^2 \cdot (totkl3 + Ta) + \left( \frac{|ItA2|}{2} \right)^2 \cdot (totkl4 - totkl3) + \left( \frac{|ItA1|}{2} - \frac{|ItA2|}{2} \right)^2 \cdot Ta + \left( \frac{|ItA1|}{2} \right)^2 \cdot (totkl5 + Ta)$$

$$Bteor2 = 17.726$$