



ЕРСМ Сибири
Engineering Procurement Construction Management

ООО «ЕРСМ Сибири»
660074, г. Красноярск,
ул. Борисова, 14 стр 2
оф. 606, а/я 21641
тел.: +7 (391) 205-20-24
e-mail: info@epcmsiberia.ru
www.epcmsiberia.ru

ИНН/КПП 2463242025/246301001
ОГРН 1122468065587
ОКПО 10210537
р/с 40702810912030113472
Филиал ООО «Экспобанк»
в г. Новосибирске
БИК 045004861
к/с 30101810450040000861

Заказчик – ООО «ДЕВЯТЫЙ ВЕТРОПАРК ФРВ»

«Покровская ВЭС».

«Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги».

Этап 2. «Покровская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).

Проектная документация

Раздел 4 «Здания, строения и сооружения,
входящие в инфраструктуру линейного объекта»

Подраздел 3 «Система электроснабжения»

Книга 1 «Электротехнические решения»

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

ООО «ЕРСМСибири»

Заказчик – ООО «ДЕВЯТЫЙ ВЕТРОПАРК ФРВ»

«Покровская ВЭС».

«Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги».

Этап 2. «Покровская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).

Проектная документация

Раздел 4 «Здания, строения и сооружения,
входящие в инфраструктуру линейного объекта»

Подраздел 3 «Система электроснабжения»

Книга 1 «Электротехнические решения»

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

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

Технический директор

А.А. Лушников

Главный инженер проекта

Бондарчук А.Н.



2021

			3
55	Схема электрическая СН-0,4 кВ МУ Покровская ВЭС		
56	Расчет ТСН 35/0,4 100 кВА		
57	План расположения оборудования в МУ Покровская ВЭС		
58	Фасады модуля управления		
59	План раскладки кабелей системы СН-0,4 кВ в здании МУ Покровская ВЭС		
60	План заземления МУ Покровская ВЭС и ДЭС		
61	Кабельный журнал		
64	Спецификация оборудования, изделий и материалов		
66	Приложение А – Опросный лист РУ 35 кВ		

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1-С	Лист
							2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		






Справка главного инженера проекта

В настоящем проекте все технические решения по сооружениям, конструкциям, оборудованию и технологической части приняты и разработаны в полном соответствии с проектом планировки территории, проектом межевания территории, заданием на проектирование, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, с соблюдением технических условий и с действующими на дату выпуска проекта нормами и правилами, включая правила пожарной безопасности.

При соблюдении правил технической эксплуатации, а также требований техники безопасности и пожарной безопасности, эксплуатация сооружений по данному проекту безопасна.

Главный инженер проекта

Бондарчук А.Н.

Взам инв. №		Подп. и дата								
Инв. № подл.								ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1-СГИ		
		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата	<div>«Покровская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги». Этап 2. «Покровская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). Электротехнические решения. Справка главного инженера</div>		
		ГИП		Бондарчук			19.02.21			
		Н.контр.		Пирогова			19.02.21			
		Нач. отд.								
Пров.		Вершинин			19.02.21					
Разраб.		Егоров			19.02.21					
						<div> ЕРСМ Сибири Engineering Procurement Construction Management</div>				
						Стадия	Лист	Листов		
						П	1	1		

1 Общая часть

1.1 Основания для разработки проектной документации

Проектная документация «Покровская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги» Этап 2. «Покровская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС) выполнена на основании следующих документов:

- Договор подряда на выполнение проектно-изыскательских работ №244/2020-ВФРВ от 22.12.2020г.

- Техническое задание на выполнение проектно-изыскательских работ по Объектам «Покровская ВЭС», «Ивановская ВЭС» располагаемых на территории Красноармейского муниципального района Самарской области.

- Задание на проектирование на разработку проекта «Покровская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги».






- Технические условия на технологическое присоединение к распределительным устройствам ООО «Четырнадцатый Ветропарк ФРВ».

В настоящей части проектной документации рассмотрены электротехнические решения II этапа строительства «Покровская ВЭС» максимальной мощностью 86,45 МВт, располагается на территории Красноармейского муниципального района Самарской области в составе:

- модуль управления ВЭС;
- кабельные линии 35 кВ и 0,4 кВ;
- дизельная электростанция (ДЭС) 0,4 кВ.

Административно участок проектируемой ВЭС расположен на территории Красноармейского муниципального района Самарской области.

Решения по КЛ 35 кВ приведены в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ТКР «Кабельные сети».

Взам. инв. №								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1							
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подп.	Дата		
	ГИП		Бондарчук			19.02.21		
	Н.контр.		Пирогова			19.02.21		
	Нач. отд.							
Пров.		Вершинин			19.02.21			
Разраб.		Егоров			19.02.21			
«Покровская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги». Этап 2. «Покровская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). Электротехнические решения.								
						Стадия	Лист	Листов
						П	1	47
						 EPSCM Сибирь Engineering Procurement Construction Management		

Модуль управления ВЭС представляет собой комплектно-блочный модуль, разделённый на транспортировочные блоки-контейнеры с подготовленными межблочными и внешними связями.

МУ ВЭС поставляется полностью укомплектованным инженерными системами в составе ОПС, СКУД, СОВН, ОВиК и системами собственных нужд.

План расположения оборудования в МУ ВЭС представлен на чертеже ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.07 данного тома.

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							3
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

3 Собственные нужды

3.1 Общие решения по системе СН

Основное питание потребителей 0,4 кВ МУ ВЭС предусматривается от ТСН 35/0,4 кВ, устанавливаемого в МУ ВЭС. ТСН 35/0,4 кВ получает питание с РП-35 кВ МУ Покровская ВЭС по кабелю АПвВнг(А)-LS-35 3(1×120/16).

В связи с наличием в МУ ВЭС потребителей 1 категории, предусматривается резервный источник питания – дизельная электростанция (ДЭС), расположенная в блок-контейнере на двухосном прицепе, установленная рядом с модулем управления ВЭС.

Запуск ДЭС и перевод питания СН на ДЭС осуществляется в автоматическом режиме при пропадании питания по основному вводу (от ТСН).

Полная нагрузка собственных нужд модуля управления ВЭС в зимний период составляет:

$$S_p=72,885 \text{ кВА}, I_p=110,8 \text{ А.}$$

Расчет мощности ТСН представлен на чертеже ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.03 данного тома.

Мощность ДЭС выбирается с возможностью включения на полную нагрузку СН.

Принята к установке ДЭС мощностью 100 кВА.

Требования к ДЭС:

- номинальная мощность 100 кВА;
- напряжение ~400/230 В;
- исполнение в утепленном блок-контейнере типа "СЕВЕР"
- 2-я степень автоматизации в соответствии с ГОСТ 33105-2014.
- бак запаса топлива ДЭС рассчитан на 24 часа непрерывной работы при автономной работе на расчетной нагрузке без дозаправки.
- возможность запуска на полную нагрузку СН (≈ 80 кВА).
- установка на двухосном прицепе.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

4

Организация бесперебойного электропитания оборудования, устанавливаемого в модуле управления ВЭС рассмотрена в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.2 «Система гарантированного электроснабжения».

Взам инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	заземленной нейтралью. Вид системы заземления TN-S.					
			Схема организации энергоснабжения собственных нужд МУ ВЭС приведена на чертеже ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.01 и ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.02 данного тома.					
			Организация бесперебойного электропитания оборудования, устанавливаемого в модуле управления ВЭС рассмотрена в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.2 «Система гарантированного электроснабжения».					
						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист	
							5	
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

3.2 Выбор автоматических выключателей

Автоматические выключатели выбраны и проверены по номинальному напряжению, по номинальному току, по отключающей способности и проверены на динамическую и термическую стойкости при КЗ, по чувствительности к токам КЗ в конце защищаемой линии. Уставка отсечки на автоматических выключателях вводных и отходящих линий приведена ниже на карте уставок автоматических выключателей.

В соответствии с п.1.7.79 и п. 7.3.139 ПУЭ в системе TN время автоматического отключения питания не должно превышать значений для номинального фазного напряжения 230 В – 0,4 с, для номинального фазного напряжения 400 В – 0,2 с.

Автоматические выключатели предназначены для защиты цепей переменного тока с сохранением рабочих характеристик при многократных срабатываниях.

Выбор автоматических выключателей (далее АВ) произведен исходя из условий (А.В. Беляев «Выбор аппаратуры, защит и кабелей в сетях 0,4 кВ», п.5 (Москва: Энергоатомиздат, 1988)):

$$U_{\text{ном}} \geq U_{\text{сети}},$$

где $U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение аппарата, В;

$U_{\text{сети}}$ – номинальное напряжение электрической сети, В.

Ток срабатывания отсечки электронного (электромагнитного) расцепителя определяется:

$$I_{\text{со.АВ}} > I_{\text{н.расч.}} \cdot n,$$

где n – значение кратности (с учетом пусковых токов для двигательной нагрузки);

$I_{\text{со.АВ}}$ – ток срабатывания отсечки, А;

$I_{\text{н.расч.}}$ – ток расчетный, А.

Проверка автоматических выключателей производится по условиям:

1. Отключающей способности

$$I_{\text{КЗ}}^{(3)} < I_{\text{откл.АВ}},$$

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

6

№	Наименование потребителя	U _{ном} , В	Ток нагруз-ки, А	I _{ном.} АВ, А	I _{со.АВ} , А	I _{кз} ⁽³⁾ , А	I _{откл.АВ} , кА	i _{уд.} ⁽³⁾ , кА	i _{дин.АВ} , кА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При питании РУСН-0,4 кВ от ТСН									
25	Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	230	0,55	6	30	3064,33	< 4,5	5,03	< 6,0
26	Освещение панелей КРУ-35 кВ	230	0,64	6	30	3064,33	< 4,5	5,03	< 6,0
27	Освещение шкафов модуля систем	230	0,91	6	30	3064,33	< 4,5	5,03	< 6,0
28	Антиконденсетный обогрев КРУЭ-35 кВ	230	0,2	6	60	3064,33	< 4,5	5,03	< 6,0
29	ШТЗ	230	0,1	6	60	3064,33	< 4,5	5,03	< 6,0
При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС									
1	РУСН-0,4 кВ	400	113,44	160	640	1359,00	<4,5	1,36	< 6,0
2	Шкаф АСУ Vestas PPC	230	5,1	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
3	Шкаф АСУ Vestas SCADA	230	17,73	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
4	Шкаф ИБП №1	400	15,95	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
5	Шкаф ИБП №2	400	15,95	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
6	ЗВУ1	230	10,45	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
7	ЗВУ2	230	10,45	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
8	ЩСН Модуля систем	400	9,12	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
9	ЩСН Модуля РП-35 кВ	400	9,12	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
10	ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	400	8,27	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
11	ЩСН Модуля АРМ	400	8,27	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
12	ЩАОВ Модуля систем	400	27,17	40	400	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
13	ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	400	7,51	16	160	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
14	ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	400	18,23	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
15	ЩАОВ Модуля АРМ	400	11,98	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
16	Шкаф СН ДЭС	230	20,20	32	320	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
17	ПС Модуля систем	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
18	ПС Модуля РП-35 кВ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
19	ПС Модуля АСУ и СГЭ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
20	ПС Модуля АРМ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
21	СКУД Модуля систем	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
22	СКУД Модуля РП-35 кВ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
23	СКУД Модуля АСУ и СГЭ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
24	СКУД Модуля АРМ	230	0,45	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
25	Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	230	0,55	6	30	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
26	Освещение панелей КРУ-35 кВ	230	0,64	6	30	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
27	Освещение шкафов модуля систем	230	0,91	6	30	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
28	Антиконденсетный обогрев КРУЭ-35 кВ	230	0,2	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0
29	ШТЗ	230	0,1	6	60	1317,40	< 4,5	1,32	< 6,0

Требования к отключающей способности автоматических выключателей приведены на чертеже ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.02.

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

8

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

3.3 Расчет токов КЗ

Расчет выполнен в соответствии с «ГОСТ 28249-93. Межгосударственный стандарт. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ» (принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации 21.10.1993).

Расчеты токов КЗ для проверки оборудования на термическую и динамическую стойкости и выбора аппаратуры по отключающей способности выполняются расчеты металлических КЗ, т.к. в этом случае значения токов КЗ являются максимальными. При проверке чувствительности защитных аппаратов выполняются расчеты дуговых КЗ, т.к. при этом значения токов КЗ являются минимальными.

Расчет и выбор коммутационных аппаратов системы электроснабжения технологических потребителей Объекта выполнен с учетом обеспечения требуемого селективного срабатывания и отключению защищаемых участков сети при аварийных режимах работы.

Расчет токов КЗ

Расчетная схема для токов короткого замыкания приведена на рисунке 3.1.

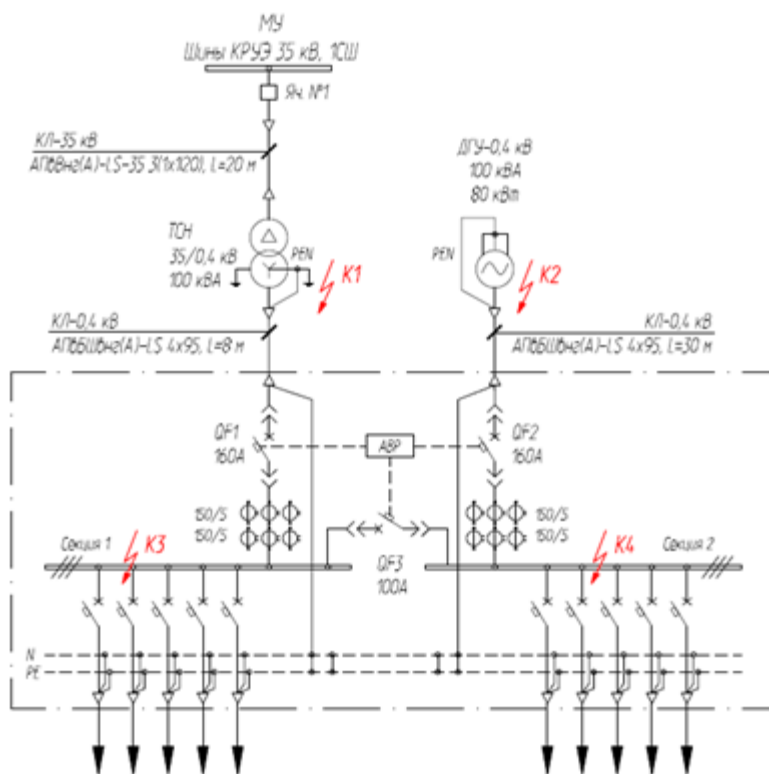


Рисунок 3.1 – Расчетная схема для токов КЗ

Ниже приведены расчетные параметры схемы:

Сопротивление трансформатора собственных нужд представлено в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сопротивление ТСН

Мощность ТСН, кВА	u_k , %	$X_{1T}=X_{2T}$, МОм	X_{0T} , МОм	$R_{1T}=R_{2T}$, МОм	R_{0T} , МОм
D/YH-11					
100	4,0	60,24	60,24	21,6	21,6

Сопротивления катушек и контактов автоматических выключателей представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сопротивления катушек и контактов автоматических выключателей

Наименование выключателя	$I_{ном.}$, А	$R_{кв}$, МОм	$X_{кв}$, МОм
QF1	160	1,3	0,7
QF2	160	1,3	0,7
QF3	160	1,3	0,7
QF (отходящий)	≤ 50	7,0	4,5

Значения активных сопротивлений разъемных контактов автоматических выключателей представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Значения активных сопротивлений разъемных контактов автоматических выключателей

Номинальный тока АВ	$R_{к.кв}$, МОм
160	0,65
≤ 40	1,30

Сопротивления кабеля представлены в таблице 3.5.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							10

Таблица 3.5 – Сопротивления кабеля

Тип кабеля, класс напряжения	Сечение жилы, мм²	Сопротивление кабеля, мОм/м			
		$R_1=R_2$	R_0	$X_1=X_2$	X_0
АПВнг(А)-LS-35	3(1×120)	0,411	-	0,407	-
АПВБШнг(А)-LS-1	4×95	0,405	1,665	0,064	0,559
ВВГнг(А)-LS-0,66	5×10	2,13	2,88	0,095	1,34
ВВГнг(А)-LS-0,66	5×6	3,54	4,24	0,1	1,49

Таблица 3.6 – Параметры ДЭС

Параметры генератора	
$P_{Г\text{ ном, кВт}}$	80
$U_{Г\text{ ном, кВ}}$	0,4
$\cos(\varphi_{Г})$	0,8
$\eta, \text{ о.е.}$	0,91
$x''_{дГ, \text{ о.е.}}$	0,13
$S_{Г\text{ ном, кВА}}$	100
$x''_{дГ, \text{ мОм}}$	151,42
$r_{Г, \text{ мОм}}$	22,71
$U_{\phi(0), \text{ кВ}}$	0,2309
$I_{(0), \text{ А}}$	198,27
$E''_{\phi(0), \text{ кВ}}$	0,2501
$E''_{(0), \text{ кВ}}$	0,4332

Для определения наихудших условий выбора электротехнического оборудования необходимо выполнить расчет максимального тока КЗ от ТСН и от ДЭС.

Расчёт максимального тока КЗ от ТСН в точке К1.

Сумма активных сопротивлений прямой последовательности для точки К1:

$$\begin{aligned} \sum R I &= R I_{КЛЗ5} + R I_{ТСН} = \\ &= 0,00107 + 21,6 = 21,601 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Сумма индуктивных сопротивлений прямой последовательности для точки

К1:

$$\begin{aligned} \sum X I &= X_{СЭ} + X I_{КЛЗ5} + X I_{ТСН} = \\ &= 0,145 + 0,00106 + 60,24 = 60,386 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Полное сопротивление рассматриваемого участка цепи:

$$Z_{\Sigma}^{(3)} = \sqrt{\sum R_1^2 + \sum X_1^2} = \sqrt{21,601^2 + 60,386^2} = 64,25 \text{ мОм}$$

Максимальный ток трехфазного короткого замыкания на выходе ТСН:

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							11
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

$$Xl_{KЛI}=0,064 \cdot 8=0,512 \text{ мОм}$$

- 5) Автоматический выключатель $QF1$, $In=160 \text{ А}$, сопротивление катушек автоматического выключателя и активное сопротивление разъемных контактов АВ:

$$Rl_{QF1.TCH}=1,3+0,65=1,95 \text{ мОм}$$

$$Xl_{QF1.TCH}=0,7 \text{ мОм}$$

- 6) Сопротивление первичной обмотки трансформатора тока 150/5 А:

$$Rl_{TT}=0,33 \text{ мОм}$$

$$Xl_{TT}=0,3 \text{ мОм}$$

Сумма активных сопротивлений прямой последовательности для точки КЗ:

$$\begin{aligned} \sum Rl &= Rl_{KЛ35} + Rl_{TCH} + Rl_{KЛI} + Rl_{QF1.TCH} + Rl_{TT} = \\ &= 0,00107 + 21,6 + 3,24 + 1,95 + 0,33 = 27,12 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Сумма индуктивных сопротивлений прямой последовательности для точки КЗ:

$$\begin{aligned} \sum Xl &= X_{CЭ} + Xl_{KЛ35} + Xl_{TCH} + Xl_{KЛI} + Xl_{QF1.TCH} + Xl_{TT} = \\ &= 0,145 + 0,00106 + 60,24 + 0,512 + 0,7 + 0,3 = 61,914 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Полное сопротивление рассматриваемого участка цепи:

$$Z_{\Sigma}^{(3)} = \sqrt{\sum R_1^2 + \sum X_1^2} = \sqrt{27,12^2 + 61,914^2} = 67,64 \text{ мОм}$$

Ток трехфазного короткого замыкания на шинах РУСН-0,4 кВ:

$$I_{K3}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 67,64} = 3,418 \text{ кА}$$

Ударный коэффициент K_y равен 1,2 и определяется по характеристике

$$K_y = f(X/R) \text{ и соответствует отношению } \frac{\sum X_1}{\sum R_1} = \frac{61,914}{27,12} = 2,28.$$

Ударный ток КЗ определяется как:

$$i_{уд.} = K_y \cdot \sqrt{2} \cdot I_{K3}^{(3)} = 1,2 \cdot \sqrt{2} \cdot 3,418 = 5,74 \text{ кА.}$$

Ток трехфазного дугового КЗ будет равен

$$\text{При } Z_{\Sigma}^{(3)} = 67,69 \text{ мОм и определяется как } I_{КД}^{(3)} = I_{K3}^{(3)} \cdot K_c;$$

$$K_{c1} = 0,839 \text{ при } t_{K3} < 0,05 \text{ с; } K_{c2} = 0,748 \text{ при } t_{K3} > 0,05 \text{ с.}$$

$$I_{КД}^{(3)} = 3,418 \cdot 0,839 = 2,867 \text{ кА, } t_{K3} \approx 0;$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1		Лист
									13
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

$$I_{\text{КД}}^{(3)} = 3,418 \cdot 0,748 = 2,355 \text{ кА}, t_{\text{КЗ}} > 0,5 \text{ с.}$$

Полное сопротивление рассматриваемого участка цепи до места двухфазного КЗ:

$$Z_{\Sigma}^{(2)} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\sum R_1^2 + \sum X_1^2} = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{27,12^2 + 61,914^2} = 78,16 \text{ мОм.}$$

Ток двухфазного короткого замыкания на шинах РУСН-0,4 кВ:

$$I_{\text{КЗ}}^{(2)} = \frac{U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}^{(2)}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 78,16} = 2,955 \text{ кА.}$$

Ток двухфазного дугового КЗ будет равен:

$$\text{При } Z_{\Sigma}^{(2)} = 78,16 \text{ мОм и определяется как } I_{\text{КД}}^{(2)} = I_{\text{КЗ}}^{(2)} \cdot K_c;$$

$$K_{c1} = 0,857 \text{ при } t_{\text{КЗ}} < 0,05 \text{ с}; K_{c2} = 0,765 \text{ при } t_{\text{КЗ}} > 0,05 \text{ с.}$$

$$I_{\text{КД}}^{(2)} = 2,955 \cdot 0,856 = 2,529 \text{ кА}, t_{\text{КЗ}} \approx 0;$$

$$I_{\text{КД}}^{(2)} = 2,955 \cdot 0,765 = 2,260 \text{ кА}, t_{\text{КЗ}} > 0,5 \text{ с.}$$

Активные и индуктивные сопротивления нулевой последовательности для расчета токов КЗ в точке КЗ (на шинах РУСН-0,4 кВ):

6) Трансформатор собственных нужд:

$$R0_{\text{TCH}} = 21,6 \text{ мОм}$$

$$X0_{\text{TCH}} = 60,24 \text{ мОм}$$

7) Кабель от ТСН до РУСН-0,4 кВ, АПвБШвнг(А)-LS-1 4×95, L=8 м:

$$R0_{\text{КЛЛ}} = 1,665 \cdot 8 = 13,32 \text{ мОм}$$

$$X0_{\text{КЛЛ}} = 0,559 \cdot 8 = 4,47 \text{ мОм}$$

Сумма активных сопротивлений нулевой последовательности:

$$\sum R0 = R0_{\text{TCH}} + R0_{\text{КЛЛ}} = 21,6 + 13,32 = 34,92 \text{ мОм}$$

Сумма индуктивных сопротивлений нулевой последовательности:

$$\sum X0 = X0_{\text{TCH}} + X0_{\text{КЛЛ}} = 60,24 + 4,47 = 64,71 \text{ мОм}$$

Полное сопротивление нулевой последовательности рассматриваемого участка цепи:

$$Z_{\Sigma} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot \sum R_1 + \sum R_0)^2 + (2 \cdot \sum X_1 + \sum X_0)^2} =$$

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1				14

$$= \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot 27,12 + 34,92)^2 + (2 \cdot 62,02 + 64,72)^2} = 69,59 \text{ мОм}$$

Ток однофазного короткого замыкания на шинах РУСН-0,4 кВ:

$$I_{\text{КЗ}}^{(1)} = \frac{U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 69,59} = 3,319 \text{ кА}$$

Ток однофазного дугового КЗ будет равен:

При $Z_{\Sigma}^{(1)} = 69,59 \text{ мОм}$ и определяется как $I_{\text{КД}}^{(1)} = I_{\text{КЗ}}^{(1)} \cdot K_{\text{с}}$:

$K_{\text{с}1} = 0,842$ при $t_{\text{КЗ}} < 0,05 \text{ с}$; $K_{\text{с}2} = 0,751$ при $t_{\text{КЗ}} > 0,05 \text{ с}$.

$$I_{\text{КД}}^{(1)} = 3,319 \cdot 0,842 = 2,794 \text{ кА}, t_{\text{КЗ}} \approx 0;$$

$$I_{\text{КД}}^{(1)} = 3,319 \cdot 0,751 = 2,492 \text{ кА}, t_{\text{КЗ}} > 0,5 \text{ с}.$$

Расчет остальных точек КЗ аналогичен. Результаты расчетов токов КЗ сведен в таблицу 3.6.

По условию чувствительности автоматического выключателя к КЗ в конце защищаемой линии, отношение наименьшего значения тока КЗ (однофазное дуговое КЗ) к току срабатывания защиты от КЗ АВ, не должно быть меньше значения 1,2:

$$K_{\text{ч}} = \frac{I_{\text{КД}}^{(1)}}{I_{\text{с0}}} \geq 1,2,$$

где $I_{\text{с.0}}=n \cdot I_{\text{тепл.расц.}}$ – ток срабатывания отсечки, А.

Проверка автоматических выключателей на установленную нагрузку и по чувствительности представлена в таблице 3.7.

Таблица 3.7 – Сводная таблица проверки АВ на установленную нагрузку и проверки АВ на чувствительность в конце питающей линии при двухфазном дуговом КЗ и однофазном дуговом КЗ

№	Потребитель	Марка кабеля, сечение, длина	Ток нагрузки, А	$I_{\text{ном. АВ}}$, А	$I_{\text{кд(2)}}$, кА	$I_{\text{кд(1)}}$, кА	Кратность АВ	$K^{(2)}_{\text{ч}}$	$K^{(1)}_{\text{ч}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
При питании РУСН-0,4 кВ от ТСН									
1	РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS 4×95, L=8 м	113,44	160	2260,24	2492,40	4	3,53	3,89
2	Шкаф АСУ Vestas РРС	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=26 м	5,1	16	1034,51	1089,68	10	6,47	6,81
3	Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=26 м	17,73	32	1034,51	1089,68	10	3,23	3,41

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1					

№	Потребитель	Марка кабеля, сечение, длина	Ток нагруз ки, А	$I_{ном. АВ, А}$	$I_{кл(2), кА}$	$I_{кл(1), кА}$	Крат-ность АВ	$K^{(2)}_ч$	$K^{(1)}_ч$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=23 м	15,95	32	1106,18	1166,76	10	3,46	3,65
5	Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=24 м	15,95	32	1081,36	1140,00	10	3,38	3,56
6	ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=24 м	10,45	32	1081,36	1140,00	10	3,38	3,56
7	ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=24 м	10,45	32	1081,36	1140,00	10	3,38	3,56
8	ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=15 м	9,12	16	1343,64	1428,12	10	8,40	8,93
9	ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=9 м	9,12	16	1574,83	1695,49	10	9,84	10,60
10	ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=25 м	8,27	16	1057,49	1114,32	10	6,61	6,96
11	ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=23 м	8,27	16	1106,18	1166,76	10	6,91	7,29
12	ЩАОВ Модуля си-стем	ВВГнг(А)-LS 5×10, L=15 м	27,17	40	1567,66	1646,20	10	3,92	4,12
13	ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=9 м	7,51	16	1574,83	1695,49	10	9,84	10,60
14	ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=26 м	18,23	32	1034,51	1089,68	10	3,23	3,41
15	ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=27 м	11,98	32	1012,39	1066,01	10	3,16	3,33
16	Шкаф СН ДЭС	ВВШнг(А)-LS 3×6, L=30 м	20,20	32	950,79	1000,38	10	2,97	3,13
17	ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	1343,64	1428,12	10	22,39	23,80
18	ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=10 м	0,45	6	1532,96	1645,82	10	25,55	27,43
19	ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=22 м	0,45	6	1131,97	1194,68	10	18,87	19,91
20	ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=28 м	0,45	6	991,09	1043,27	10	16,52	17,39
21	СКУД Модуля си-стем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	1343,64	1428,12	10	22,39	23,80
22	СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=10 м	0,45	6	1532,96	1645,82	10	25,55	27,43
23	СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=22 м	0,45	6	1131,97	1194,68	10	18,87	19,91
24	СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=32 м	0,45	6	913,33	960,65	10	15,22	16,01
25	Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=30 м	0,55	6	950,79	1000,38	5	11,89	12,51
26	Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=12 м	0,64	6	1453,19	1552,83	5	18,17	19,41
27	Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=45 м	0,91	6	723,70	761,05	5	9,05	9,51
28	Антиконденсетный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=12 м	0,795	6	1453,19	1552,83	10	24,22	25,88
29	ШТЗ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	1343,64	1428,12	10	22,39	23,80

При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС

1	РУСН-0,4 кВ	АПвБШнг(А)-LS 4×95, L=30 м	113,44	160	882,70	1427,35	4	1,38	2,23
2	Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=26 м	5,1	16	712,70	906,08	10	4,45	5,66
3	Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=26 м	17,73	32	712,70	906,08	10	4,45	5,66
4	Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=23 м	15,95	32	733,10	950,54	10	2,29	2,97
5	Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=24 м	15,95	32	726,32	935,40	10	2,27	2,92
6	ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=24 м	10,45	32	726,32	935,40	10	2,27	2,92
7	ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=24 м	10,45	32	726,32	935,40	10	2,27	2,92
8	ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=15 м	9,12	16	785,27	1082,89	10	4,91	6,77
9	ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=9 м	9,12	16	819,45	1192,66	10	5,12	7,45
10	ЩСН Модуля АСУ и	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=25 м	8,27	16	719,52	920,58	10	4,50	5,75

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

16

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.

Кол.уч.

Лист

№ док.

Подп.

Дата

№	Потребитель	Марка кабеля, сечение, длина	Ток нагрузки, А	$I_{ном. АВ, А}$	$I_{кл(2), кА}$	$I_{кл(1), кА}$	Кратность АВ	$K^{(2)}_ч$	$K^{(1)}_ч$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	СГЭ	L=25 м							
11	ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=23 м	8,27	16	733,10	950,54	10	4,58	5,94
12	ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 5×10, L=15 м	27,17	40	817,09	1167,76	10	2,04	2,92
13	ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=9 м	7,51	16	819,45	1192,66	10	5,12	7,45
14	ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=26 м	18,23	32	712,70	906,08	10	2,23	2,83
15	ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 5×6, L=27 м	11,98	32	705,88	891,91	10	2,21	2,79
16	Шкаф СН ДЭС	ВВШнг(А)-LS 3×6, L=30 м	20,20	32	685,45	851,26	10	2,14	2,66
17	ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	785,27	1082,89	10	13,09	18,05
18	ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=10 м	0,45	6	814,19	1173,99	10	13,57	19,57
19	ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=22 м	0,45	6	739,85	966,00	10	12,33	16,10
20	ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=28 м	0,45	6	699,06	878,05	10	11,65	14,63
21	СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	785,27	1082,89	10	13,09	18,05
22	СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=10 м	0,45	6	814,19	1173,99	10	13,57	19,57
23	СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=22 м	0,45	6	739,85	966,00	10	12,33	16,10
24	СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=32 м	0,45	6	671,93	825,69	10	11,20	13,76
25	Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=30 м	0,55	6	685,45	851,26	5	8,57	10,64
26	Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=12 м	0,64	6	803,11	1137,00	5	10,04	14,21
27	Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=45 м	0,91	6	588,65	685,91	5	7,36	8,57
28	Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=12 м	0,795	6	796,36	1129,57	10	13,34	18,89
29	ШТЗ	ВВГнг(А)-LS 3×6, L=15 м	0,45	6	784,34	1079,82	10	13,03	18,05

3.4 Проверка коммутационных аппаратов на селективность

Под «селективностью» понимают совместную работу последовательно включенных аппаратов защиты электрических цепей (автоматические выключатели) в случае возникновения аварийной ситуации.

Селективность используется при выборе номинала устройств защиты электроустановок для отключения от общей системы питания только той ее части, где произошла авария. Это достигается за счет срабатывания только того автоматического выключателя, который защищает аварийную линию питания.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

17

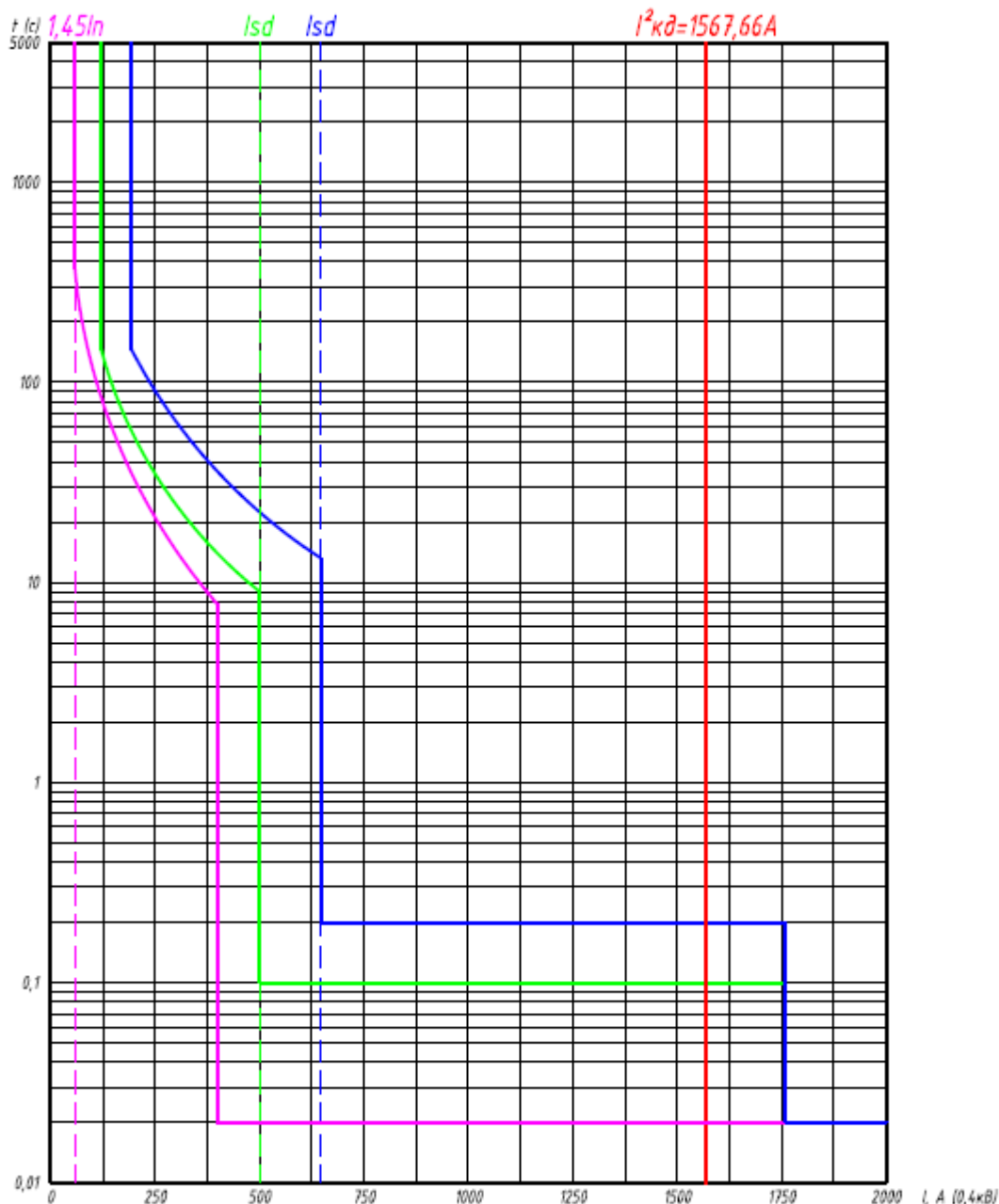
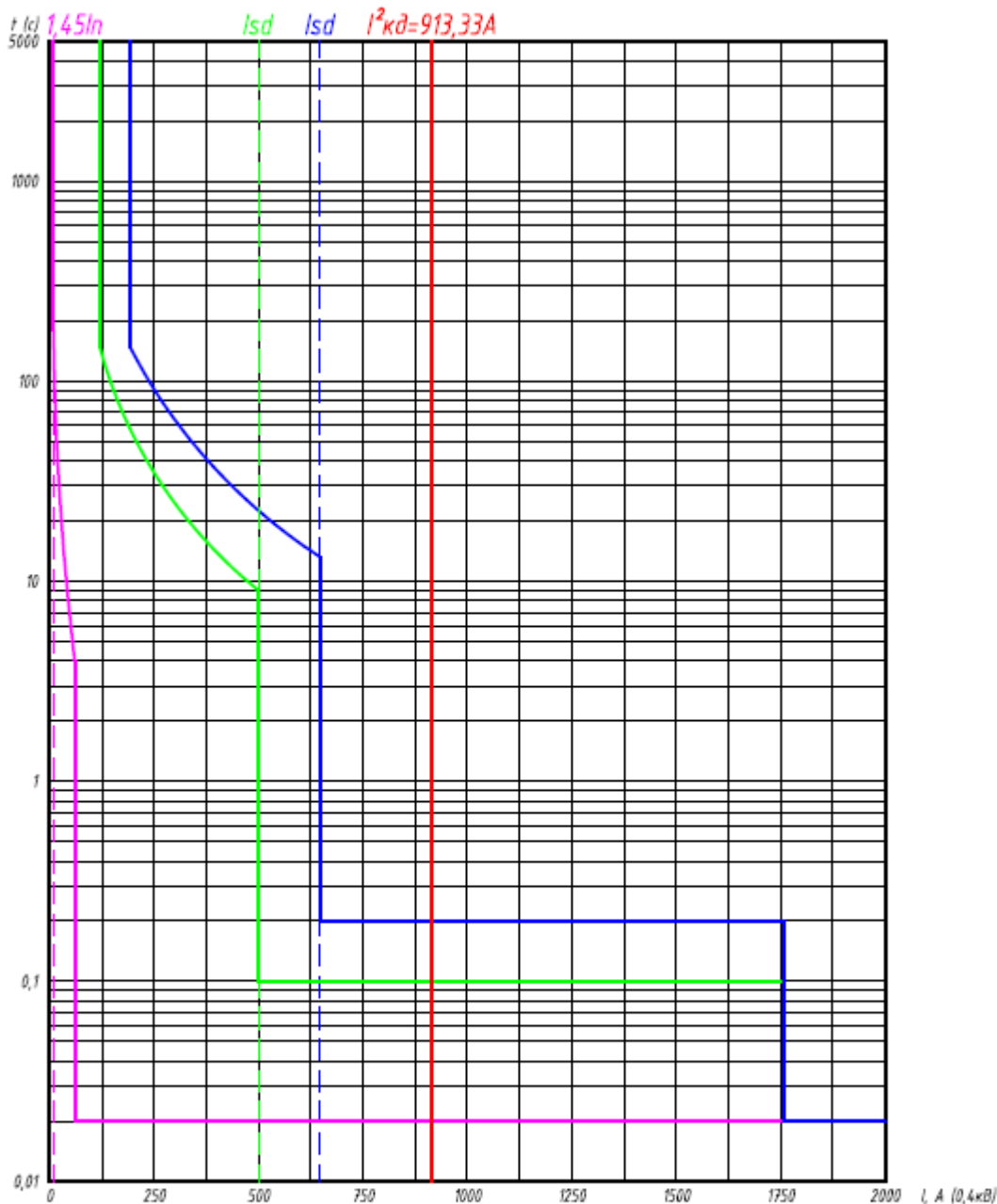


Рисунок 3.2 – Времятоковая характеристика при электроснабжении от ТСН 35/0,4 кВ автоматических выключателей рабочего ввода РУСН-0,4 кВ QF1 с $I_n=160$ А ($I_r=160$ А), секционного QF3 с $I_n=160$ А ($I_r=100$ А) и отходящего 1QF4 с $I_n=40$ А, питающего шкаф ЩАОВ модуля систем

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

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

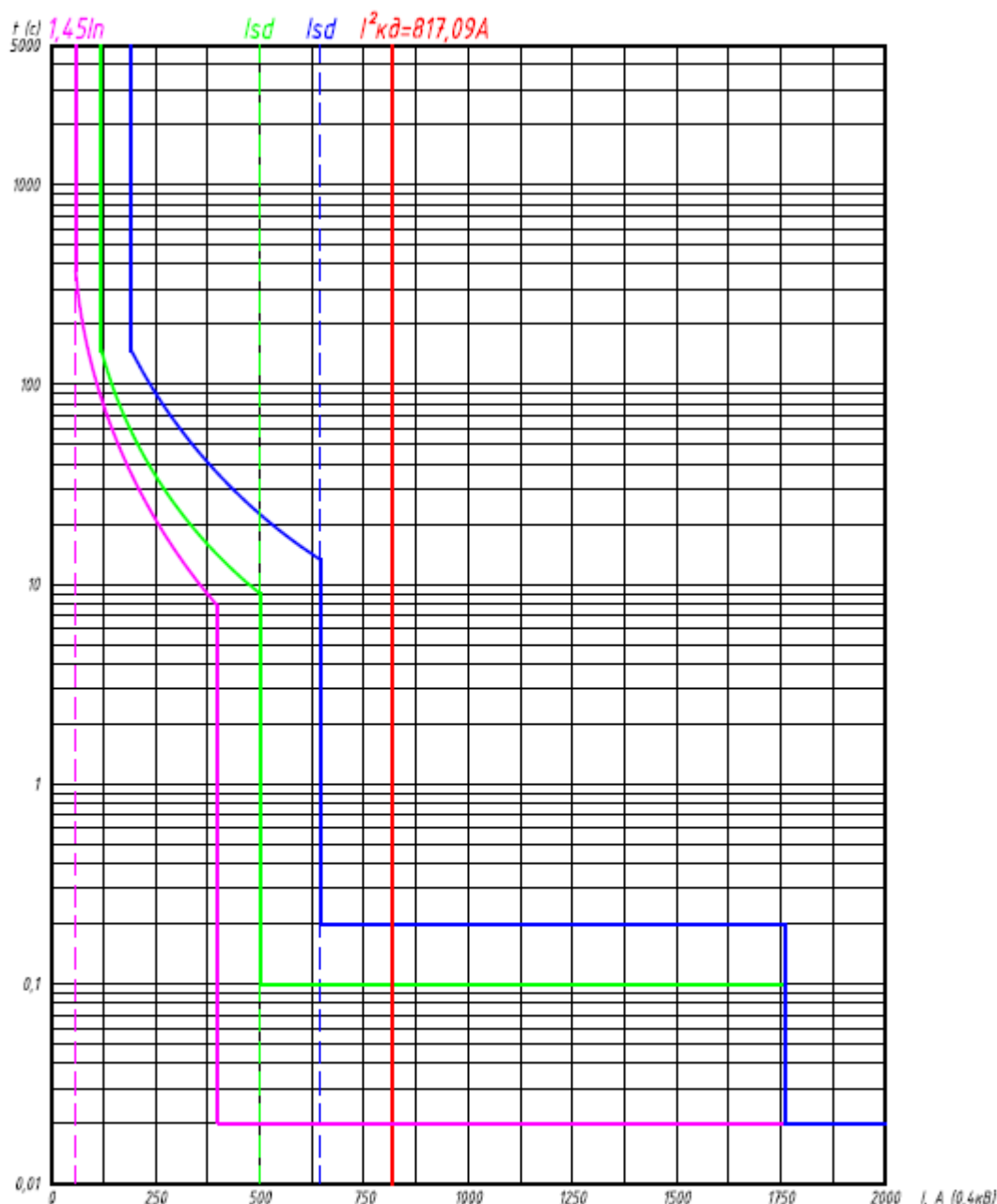


- Ампер-секундные характеристики на карте селективности защиты:
- Вводной выключатель РУНН-0,4 кВ, QF1=160 А, $I_r=160A$, $I_{sd}=4xI_r$, $t_{sd}=0,2$ с;
 - Секционный выключатель РУНН-0,4 кВ, QF3=160 А, $I_r=100A$, $I_{sd}=5xI_r$, $t_{sd}=0,1$ с;
 - Отходящий от РУНН-0,4 кВ выключатель, 2QF15=6 А (Щит ОС, СКУД модуля АРМ);
 - Так КЗ при электроснабжении от ТСН.

Рисунок 3.3 – Времятоковая характеристика при электроснабжении от ТСН 35/0,4 кВ автоматических выключателей рабочего ввода РУСН-0,4 кВ QF1 с $I_n=160$ А ($I_r=160$ А), секционного QF3 с $I_n=160$ А ($I_r=100$ А) и отходящего 2QF15 с $I_n=6$ А, питающего щит ОС, СКУД модуля АРМ

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



Ампер-секундные характеристики на карте селективности защиты:

- Вводной выключатель РУНН-0,4 кВ, QF1=160 А, $I_r=160A$, $I_{sd}=4xI_r$, $t_{sd}=0,2$ с;
- Секционный выключатель РУНН-0,4 кВ, QF3=160 А, $I_r=100A$, $I_{sd}=5xI_r$, $t_{sd}=0,1$ с;
- Отходящий от РУНН-0,4 кВ выключатель, 10F4=40 А (шкаф ЩАОВ модуля систем);
- Ток КЗ при электроснабжении от ДЭС.

Рисунок 3.4 – Времятоковая характеристика при электроснабжении от ДЭС автоматических выключателей рабочего ввода РУСН-0,4 кВ QF1 с $I_n=160$ А ($I_r=160$ А), секционного QF3 с $I_n=160$ А ($I_r=100$ А) и отходящего 1QF4 с $I_n=40$ А, питающего шкаф ЩАОВ модуля систем

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

20

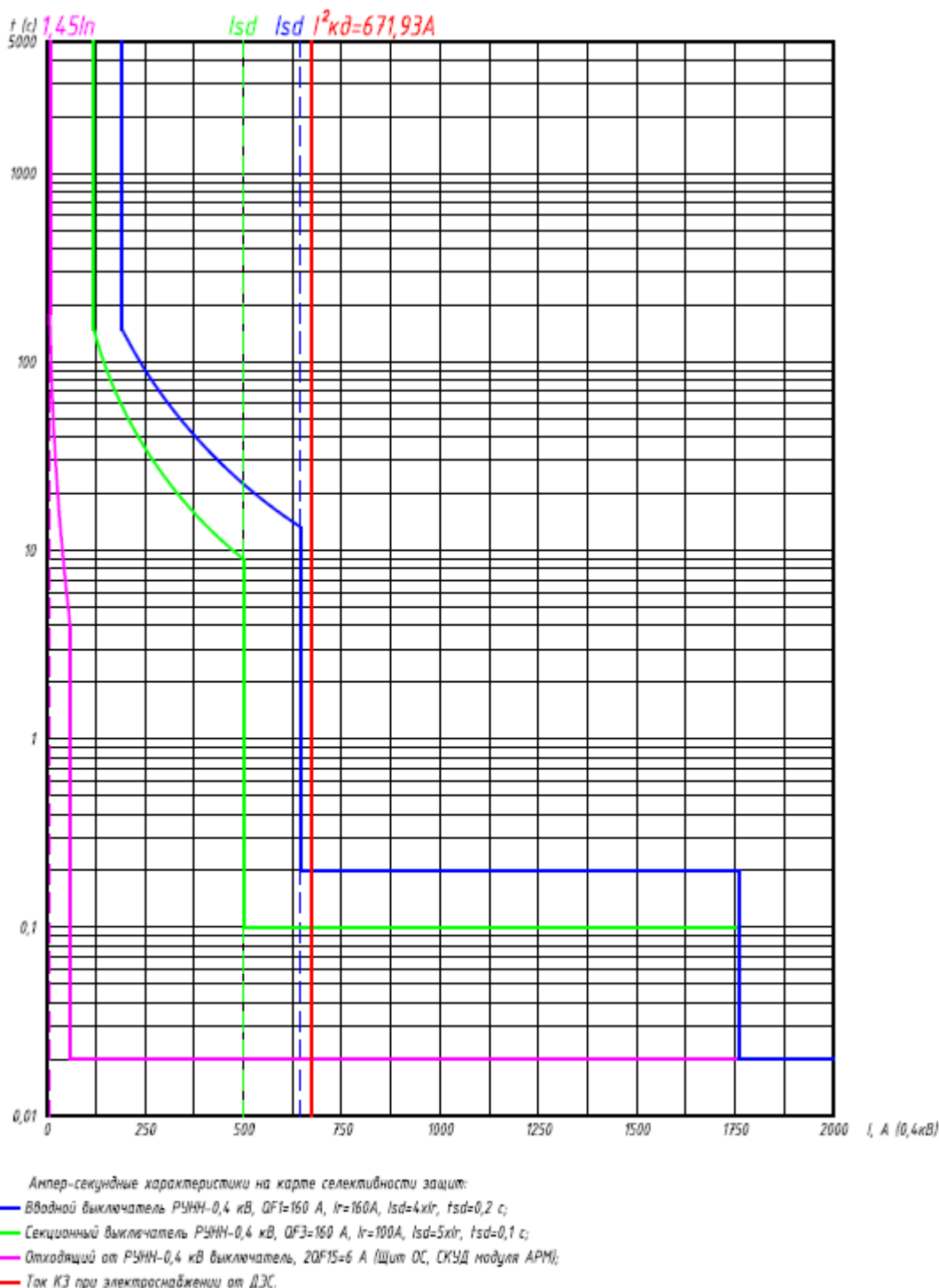


Рисунок 3.5 – Времятоковая характеристика при электроснабжении от ДЭС автоматических выключателей рабочего ввода РУСН-0,4 кВ QF1 с $I_n=160$ А ($I_r=160$ А), секционного QF3 с $I_n=160$ А ($I_r=100$ А) и отходящего 2QF15 с $I_n=6$ А, питающего щит ОС, СКУД модуля АРМ

По вышеприведенным характеристикам видно, что выбранные автоматические выключатели являются селективными.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

3.5 Выбор и проверка кабелей 0,4 кВ

Проверка по длительно допустимому току

Для КЛ-0,4 кВ, приведенных в таблице 3.6, необходимо произвести проверку на длительно допустимый ток при заданных условиях прокладки. Для проверки выбранных сечений кабелей принимаются следующие условия:

1. Прокладка в воздухе в кабельном сооружении, расчетная температура воздуха: $+25^{\circ}\text{C}$;

2. Прокладка в земле в траншее, расчетная температура: $+15^{\circ}\text{C}$.

В соответствии с ГОСТ 31996-2012 длительно допустимая токовая нагрузка для кабеля 0,4 кВ с алюминиевой жилой с изоляцией из сшитого полиэтилена для направления РП-35 кВ – РУСН-0,4 кВ кабель типа АПвБШвнг(А)-LS сечением 4×95 в условиях воздушной прокладки:

$$I_{\text{р.ддТвозд}} = 183,31 \cdot 0,85 = 155,72 \text{ А},$$

где 0,85 – поправочный коэффициент групповой прокладки.

Максимальный ток нагрузки на стороне 0,4 кВ ТСН 35/0,4 кВ:

$$I_{\text{нагр.}} = \frac{P_{\text{нагр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{нн}} \cdot \cos(\varphi)} = \frac{70,04}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,961} = 105,2 \text{ А}.$$

Выбранный кабель АПвБШвнг(А)-LS 4×95 удовлетворяет условию пропускной способности тока максимальной нагрузки:

$$I_{\text{р.ддТвозд}} > I_{\text{нагр.}}$$

Проверка на длительно допустимый ток для остальных КЛ-0,4 кВ выполнена аналогично и приведена в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Проверка на длительно допустимый ток КЛ-0,4 кВ

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля	$I_{\text{ддТвозд}}$, А	$K_{\text{г}}$	$I_{\text{р.ддТвозд}}$, А	Сравнение	$I_{\text{нагр.}}$, А
1	2	3	4	5	6	7	8
При питании РУСН-0,4 кВ от ТСН							
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95	183,20	0,85	155,72	>	105,2
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	5,1
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	17,73
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	15,95
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	15,95
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	10,45
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	10,45
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	9,12
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	9,12
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	8,27
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	8,27

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

22

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля	$I_{\text{ДДВозд}}, \text{ А}$	$K_{\text{П}}$	$I_{\text{р.ДДТвозд}}, \text{ А}$	Сравнение	$I_{\text{нагр}}, \text{ А}$
1	2	3	4	5	6	7	8
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×10	58,59	0,85	49,80	>	27,17
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	7,51
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	18,23
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	11,98
Шкаф СН ДЭС	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	20,20
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,55
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,64
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91
При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС							
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95	183,20	0,85	155,73	>	113,44
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	5,1
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	17,73
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	15,95
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	15,95
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	36,36	>	10,45
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	36,36	>	10,45
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	9,12
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	36,36	>	9,12
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	8,27
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	8,27
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×10	58,59	0,85	39,10	>	27,17
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	7,51
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	18,23
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	42,78	0,85	39,10	>	11,98
Шкаф СН ДЭС	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	20,20
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,45
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,55
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,64
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6	46	0,85	39,10	>	0,91

Проверка на термическую стойкость при КЗ

Выбранные сечения КЛ-0,4 кВ также следует проверить на термическую стойкость при коротких замыканиях.

В соответствии с ГОСТ 31996-2012 ток односекундного короткого замыкания кабелей 0,4 кВ с алюминиевой жилой с изоляцией из поливинилхлоридного пластика для сечения 95 мм² составляет:

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

23

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата

$$I_{K3-1c} = 6,86 \text{ кА.}$$

Допустимый ток короткого замыкания, при пересчете на время действия защиты составит:

$$I_{p, \text{доп}}^{K3} = I_{K3-1c} \cdot k = 6,86 \cdot 1,58 = 10,84 \text{ кА,}$$

где k – коэффициент, учитывающий продолжительность короткого замыкания, с.

$$k = \frac{1}{\sqrt{t}} = \frac{1}{\sqrt{0,4}} = 1,58,$$

где t – продолжительность короткого замыкания, с.

Проверка на термическую стойкость для остальных КЛ-0,4 кВ выполнена аналогично и приведена в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Проверка на термическую стойкость КЛ-0,4 кВ

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля	$I_{(3)K3}$, А	I_{K3-1c} , кА	k	$I_{p, \text{доп}}^{K3}$, кА
1	2	3	4	6	7	8
При питании РУСН-0,4 кВ от ТЧН						
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95	3411,64	6,86	1,58	10,84
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×10	3064,33	1,09	7,07	7,706
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Шкаф СН ДЭС	ВБШвнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6	3064,33	0,65	7,07	4,58
При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС						
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95	1359,00	6,86	1,58	10,84
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6	1317,40	0,65	7,07	4,58
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	1317,40	0,65	7,07	4,58
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6	1317,40	0,65	7,07	4,58

Проверка падения напряжения в конце линии

Для примера принят участок от ТСН 35/0,4 кВ до РУСН-0,4 кВ:

$$\Delta U = \frac{(P_T \cdot r_{0\ 90^\circ\text{C}} + Q_T \cdot x_0) \cdot L}{U_H} = \frac{(78,28 \cdot 0,527 + 28,41 \cdot 0,064) \cdot 0,008}{0,4} = 0,71 \text{ В,}$$

где P_T – активная мощность ТСН, кВт;

L – длина КЛ, км;

Q_T – реактивная мощность ТСН, квар:

$$\Sigma Q = \Sigma P \cdot \operatorname{tg}(\varphi) = 78,28 \cdot 0,341 = 28,41 \text{ квар,}$$

$r_{0\ 90^\circ\text{C}}$ – удельное активное сопротивление КЛ при температуре жилы 90°C

по:

$$r_{90^\circ\text{C}} = r_{20^\circ\text{C}} \cdot (1 + \alpha_{\rho Al} \cdot (T - 20)) = 0,405 \cdot (1 + 0,00431 \cdot (90 - 20))$$
$$= 0,527 \text{ Ом/км;}$$

$r_{0\ 20^\circ\text{C}}$ – удельное активное сопротивление КЛ при температуре жилы 20°C

по ГОСТ 22483-2012;

x_0 – удельное реактивное сопротивление КЛ, Ом/км.

Приведем в проценты:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_H} = \frac{0,71 \cdot 100}{400} = 0,177 \text{ \%}.$$

Для примера принят участок от ТСН 35/0,4 кВ до РУСН-0,4 кВ:

где P_T – активная мощность ТСН, кВт;

L – длина КЛ, км;

Q_T – реактивная мощность ТСН, квар:

$$\Sigma Q = \Sigma P \cdot tg(\varphi) = 78,28 \cdot 0,341 = 28,41 \text{ квар},$$

$r_{0\ 90^{\circ}\text{C}}$ – удельное активное сопротивление КЛ при температуре жилы $90\ ^{\circ}\text{C}$

$$r_{90^{\circ}\text{C}} = r_{20^{\circ}\text{C}} \cdot \left(1 + \alpha_{\rho Al} \cdot (T - 20)\right) = 0,405 \cdot \left(1 + 0,00431 \cdot (90 - 20)\right) \\ = 0,527 \text{ OM/KM};$$

$r_{0\ 20^{\circ}\text{C}}$ – удельное активное сопротивление КЛ при температуре жилы 20°C по ГОСТ 22483-2012;

x_0 – удельное реактивное сопротивление КЛ, Ом/км.

Приведем в проценты:

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_{\text{H}}} = \frac{0,71 \cdot 100}{400} = 0,177 \, \%.$$

Применение КЛ-0,4 кВ марки АПвБШвнг(А)-LS-1 4×95 обеспечивает соблюдение норм качества электрической энергии в соответствии с ГОСТ 32144-2013.

Для проверки других кабелей, учтенных в данном проекте произведены аналогичные расчеты, которые сведены в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 – Проверка падения напряжения в конце линии

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля, длина	r , Ом/км	x , Ом/км	ΔU , В	ΔU , %
1	2	3	4	5	6	7
При питании РУСН-0,4 кВ от ТЧН						
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95, l=8 м	0,405	0,064	0,71	0,186
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=26 м	3,54	0,1	0,47	0,213
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=26 м	3,54	0,1	1,63	0,742
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=23 м	3,54	0,1	2,25	0,592
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=24 м	3,54	0,1	2,35	0,618
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=24 м	3,54	0,1	0,89	0,404
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=24 м	3,54	0,1	0,89	0,404
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=15 м	3,54	0,1	0,76	0,201
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=9 м	3,54	0,1	0,46	0,121
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=25 м	3,54	0,1	1,16	0,304
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=23 м	3,54	0,1	1,06	0,280
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×10, l=15 м	2,13	0,095	1,31	0,346
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=9 м	3,54	0,1	0,36	0,094
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=26 м	3,54	0,1	2,51	0,662
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=27 м	3,54	0,1	1,71	0,451
Шкаф СН ДЭС	ВБШвнг(А)-LS	3×6, l=30 м	3,54	0,1	1,96	0,890
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=15 м	3,54	0,1	0,02	0,011
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=10 м	3,54	0,1	0,02	0,007
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=22 м	3,54	0,1	0,07	0,032
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=28 м	3,54	0,1	0,09	0,041
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=15 м	3,54	0,1	0,05	0,022
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=10 м	3,54	0,1	0,03	0,015
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=22 м	3,54	0,1	0,07	0,032
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=32 м	3,54	0,1	0,10	0,047
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=30 м	3,54	0,1	0,12	0,053
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=12 м	3,54	0,1	0,05	0,025
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=45 м	3,54	0,1	0,14	0,066
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=12 м	3,54	0,1	0,05	0,025
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=15 м	3,54	0,1	0,02	0,011
При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС						
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95, l=30 м	0,405	0,064	2,65	0,696
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=26 м	3,54	0,1	0,63	0,285
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=26 м	3,54	0,1	0,63	0,285
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=23 м	3,54	0,1	2,25	0,592
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=24 м	3,54	0,1	2,35	0,618
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=24 м	3,54	0,1	1,25	0,566
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6, l=24 м	3,54	0,1	1,25	0,566
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=15 м	3,54	0,1	0,76	0,201
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=9 м	3,54	0,1	0,46	0,121
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=25 м	3,54	0,1	1,16	0,304
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=23 м	3,54	0,1	1,06	0,280
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×10, l=15 м	2,13	0,095	1,31	0,346
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=9 м	3,54	0,1	0,36	0,094
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=26 м	3,54	0,1	2,51	0,662
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6, l=27 м	3,54	0,1	1,71	0,451
Шкаф СН ДЭС	ВБШвнг(А)-LS	3×6, l=30 м	3,54	0,1	1,96	0,890
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=15 м	3,54	0,1	0,02	0,011
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=10 м	3,54	0,1	0,02	0,007
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=22 м	3,54	0,1	0,07	0,032
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=28 м	3,54	0,1	0,09	0,041
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=15 м	3,54	0,1	0,05	0,022
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=10 м	3,54	0,1	0,03	0,015
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6, l=22 м	3,54	0,1	0,07	0,032

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

26

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Проверка на невозгораемость – это проверка кабеля на возможность выдержать (без воспламенения) ток КЗ в кабеле в течении времени работы резервной защиты (при отказе основной). Температура кабеля не должна превышать 350 °С.

Тепловой импульс тока КЗ определяется по выражению (Ц-02-98(Э) – Циркуляр о проверке кабелей на возгорание при воздействии тока короткого замыкания):

$T_{\text{а.э}}$ – эквивалентная постоянная времени затухания апериодического тока удаленных источников, принимается равной 0,02 с.

S – сечение кабеля, мм².

Взам. инв. №		<p>куляр о проверке кабелей на невозгорание при воздействии тока короткого замыкания):</p> $k = \frac{b \cdot B_K}{S^2} = \frac{45,65 \cdot 2,735}{95^2} = 0,013,$ <p>где b – постоянная, характеризующая теплофизические характеристики материала жилы, для алюминиевых жил 45,65 мм⁴/кА²с;</p> <p>S – сечение кабеля, мм².</p>	
Подп. и дата			
Инв. № подл.			

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							27
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Значение начальной температуры жилы до КЗ можно определить по формуле, °C:

$$Q_H = Q_0 + (Q_{\text{доп.}} - Q_{\text{окр.}}) \cdot \left(\frac{I_{\text{раб.}}}{I_{\text{доп.}}} \right)^2 = 25 + (70 - 25) \cdot \left(\frac{113,44}{183,2} \right)^2 = 42,25,$$

где Q_0 – фактическая температура окружающей среды во время КЗ, °C;

$Q_{\text{доп}}$ – значение расчетной длительно допустимой температуры жилы, принимается для кабелей напряжением 0,4 кВ с пластмассовой изоляцией 70 °C;

$Q_{\text{окр}}$ – значение температуры окружающей среды (воздуха) 25 °C;

$I_{\text{раб}}$ – значение рабочего тока, А;

$I_{\text{доп}}$ – значение длительно допустимого тока нагрузки кабеля, А.

Значение конечной температуры жилы в конце КЗ можно определить по формуле, °C:

$$Q_K = Q_H \cdot e^k + a \cdot (e^k - 1) = 42,25 \cdot e^{0,013} + 228 \cdot (e^{0,013} - 1) = 45,84,$$

где Q_H – температура жилы до КЗ, °C;

a – величина, обратная температурному коэффициенту электрического сопротивления при 0°C и равна 228 °C.

Вывод: кабель АПвБШвнг(А)-LS-1 4×95 не сгорит и годен к эксплуатации после КЗ.

Для остальных кабелей расчет аналогичен и все результаты сведены в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Проверка кабеля по невозгораемости

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля	Ток дуговой КЗ, $I_{\text{к.д.}}^{(3)}$, кА	Время срабатывания рез. защиты	Q_K , °C	Допустимый предел по температуре
1	2	3	4	5	6	7
При питании РУСН-0,4 кВ от ТСН						
РУСН-0,4 кВ	АПвБШвнг(А)-LS	4×95	2,552	0,4	45,84	< 350
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	4×95	2,298	0,2	222,39	< 350
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	233,29	< 350
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	232,53	< 350
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	232,53	< 350
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	225,54	< 350
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	225,54	< 350
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	225,05	< 350
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	225,05	< 350
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	224,40	< 350

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

28

Наименование потребителя	Тип кабеля	Сечение кабеля	Ток дуговой КЗ, $I_{к.д}^{(3)}$, кА	Время срабатывания рез. защиты	$Q_{к.}$, °С	Допустимый предел по температуре
1	2	3	4	5	6	7
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	224,40	< 350
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	95,04	< 350
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×10	2,298	0,2	223,88	< 350
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	235,93	< 350
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	2,298	0,2	227,68	< 350
Шкаф СН ДЭС	ВВШнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	236,83	< 350
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	2,298	0,2	221,42	< 350
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	221,43	< 350
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	221,43	< 350
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	221,45	< 350
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	221,45	< 350
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6	2,298	0,2	221,45	< 350

При питании РУСН-0,4 кВ от ДЭС

РУСН-0,4 кВ	АПВБШнг(А)-LS	4×95	1,019	1,0	43,68	< 350
Шкаф АСУ Vestas PPC	ВВГнг(А)-LS	4×95	0,9881	0,2	54,44	< 350
Шкаф АСУ Vestas SCADA	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	54,44	< 350
Шкаф ИБП №1	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	60,30	< 350
Шкаф ИБП №2	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	60,30	< 350
ЗВУ1	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	58,43	< 350
ЗВУ2	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	58,43	< 350
ЩСН Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	55,62	< 350
ЩСН Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	55,62	< 350
ЩСН Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	55,22	< 350
ЩСН Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	55,22	< 350
ЩАОВ Модуля систем	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	44,91	< 350
ЩАОВ Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	5×10	0,9881	0,2	54,89	< 350
ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	62,43	< 350
ЩАОВ Модуля АРМ	ВВГнг(А)-LS	5×6	0,9881	0,2	57,27	< 350
Шкаф СН ДЭС	ВВШнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	63,00	< 350
ПС Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
ПС Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
ПС Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
ПС Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
СКУД Модуля систем	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
СКУД Модуля РП-35 кВ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
СКУД Модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
СКУД Модуля АРМ	ВВГнг(А)-FRLS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
Освещение панелей КРУ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
Освещение шкафов модуля систем	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	53,36	< 350
Антиконденсатный обогрев КРУЭ-35 кВ	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350
ШТЗ	ВВГнг(А)-LS	3×6	0,9881	0,2	53,35	< 350

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

29

4 Проверка оборудования 35 кВ на устойчивость к токам КЗ

Выбор основного электротехнического оборудования подстанции выполняется исходя из следующих условий:

- максимального длительного тока в нормальных, послеаварийных и ремонтных режимах, с учетом перегрузочной способности оборудования;
- напряжения присоединений;
- отключающей способности оборудования;
- термической и электродинамической стойкости к токам короткого замыкания.

Параметры токов КЗ на шинах 35 кВ на 2026 г. представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Параметры токов КЗ на шинах 35 кВ на 2026 г.

Наименование ПС	Шины	Токи короткого замыкания, кА		$k_{уд}$	$t_{откл.}, с$	$T_a, с$	$B_K, кА^2 \cdot с$
		3-ф. КЗ	ударный				
МУ Покровская ВЭС РП-35 кВ СШ	35 кВ	18,22	40,1	1,759	1	0,036	363,8

Ударный ток КЗ на стороне 35 кВ:

$$i_y = \sqrt{2} \cdot k_{уд} \cdot I_K^{(3)}.$$

где $k_{уд}$ - ударный коэффициент.

$$k_{уд} = 1 + e^{-\frac{0,01}{T_a}},$$

где T_a – постоянная времени затухания апериодической составляющей тока КЗ, с.

$$T_a = \frac{X_{эк}}{\omega \cdot R_{эк}};$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f,$$

где f - частота сети;

Тепловой импульс от тока КЗ на стороне 35 кВ:

$$B_K = I_T^2 \cdot (t_{откл.} + T_a) кА^2 \cdot с;$$

$$t_{откл.} = t_{р.з.} + t_{о.в.} \text{ с,}$$

где $t_{р.з.}$ – время действия релейной защиты;

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

30

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							31
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

теля и эквивалентной постоянной времени затухания апериодической составляющей тока КЗ,

- по электродинамической стойкости $i_y \leq i_{\text{пр.с.}}$,

где $I_{\text{пр.с}}$ – действующее значение предельного сквозного тока КЗ по каталогу (номинальный кратковременный ток),

$i_{\text{пр.с.}}$ – амплитудное значение предельного сквозного тока КЗ по каталогу.

Технические характеристики и выбор главных цепей и сборных шин представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Технические характеристики и выбор главных цепей и сборных шин

Наименование	Расчетные данные						Технические данные				
	$U_{\text{уст.}}$, кВ	$I_{\text{макс.раб.}}$, А	$I_{\text{п0}}$, кА	$t_{\text{р.з.}}$, с	i_y , кА	B_k , кА ² с	$U_{\text{ном.}}$, кВ	$I_{\text{ном.}}$, А	I_T , кА	$i_{\text{пр.с.}}$, кА	$I_T^2 \cdot t_T$, кА ² с
Сборные шины РП-35 кВ СШ 35 кВ	35	1457,68	18,22	0,64	40,1	244,3	35	2000	25	63	1875
Главные цепи КРУ 35 кВ СШ 35 кВ	35	1457,68	18,22	0,94	40,1	343,9	35	2000	25	63	1875

4.2 Выбор вакуумных выключателей ячеек 35 кВ

Условия проверки выключателя:

- по напряжению $U_{\text{уст}} \leq U_{\text{ном.}}$;

- по току $I_{\text{мах}} \leq I_{\text{ном.}}$;

- проверка на симметричный ток отключения $I_{\text{пт}} \leq I_{\text{отк.ном.}}$;

- проверка на электродинамическую стойкость $i_y \leq i_{\text{пр.с.}}$,

где $I_{\text{пр.с}}$ – действующее значение предельного сквозного тока КЗ по каталогу (номинальный кратковременный ток),

$i_{\text{пр.с.}}$ – амплитудное значение предельного сквозного тока КЗ по каталогу;

- проверка на термическую стойкость $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$,

где I_T – предельный ток термической стойкости по каталогу,

t_T – длительность протекания тока термической стойкости по каталогу.

Технические характеристики и выбор выключателей 35 кВ представлены в таблице 4.4.

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							32
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Таблица 4.4 – Технические характеристики и выбор выключателей 35 кВ

Наименование	Расчетные данные						Технические данные					
	$U_{уст},$ кВ	$I_{макс.раб.},$ А	$I_{п0},$ кА	$i_y,$ кА	$t_{р.з.},$ с	$B_k,$ кА ² с	$U_{ном},$ кВ	$I_{ном},$ А	$I_{отк. ном},$ кА	$i_{пр.с},$ кА	$I_{отк.полн'},$ кА	$I_T^2 \cdot t_T,$ кА ² с
ВВ-КЛ 35 кВ По-кровская ВЭС - РУ 220 кВ Гражданской ВЭС	35	1457,68	18,22	40,1	0,94	343,9	35	2000	25	63	33,75	1875
ВВ-35-ТСН	35	1,65	18,22	40,1	0,64	244,3	35	1250	25	63	33,75	1875

Примечания:

* Устанавливаемые в КРУЭ-35 кВ выключатели имеют возможность отключения ТКЗ с относительным содержанием апериодической составляющей в токе 35 %

Проверка выключателей на отключающую способность с учетом содержания апериодической составляющей.

В соответствии с ГОСТ Р 52565-2006 п.6.6.1.2 определим апериодическую составляющую тока в момент отключения выключателя РЗ:

$$i_a = \frac{\beta \cdot I_{п0} \cdot \sqrt{2}}{100},$$

где β – относительное содержание апериодической составляющей в токе в процентах, определяется по рисунку 3 ГОСТ Р 52565-2006. $\beta = 35\%$ при времени отключения = 50 мс.

$$i_a = \frac{35 \cdot 18,22 \cdot \sqrt{2}}{100} = 8,93 \text{ кА}$$

Полный ток КЗ в момент отключения выключателя РЗ составляет

$$I_{полн} = I_{п0} + i_a = 18,22 + 8,92 = 27,14 \text{ кА.}$$

$I_{отк,полн}$ Выключателя 35 кВ РУ-35 кВ МУ ВЭС составляет 33,75 кА.

$$I_{полн} = 27,14 \text{ кА} < I_{отк.ном} = 33,75 \text{ кА}$$

4.3 Выбор трансформаторов тока ячеек КРУ 35 кВ

Условия выбора ТТ:

- по напряжению $U_{уст} \leq U_{ном};$
- по току $I_{ном} \leq I_{1ном}; I_{max} \leq I_{1ном};$
- по электродинамической стойкости;
- по термической стойкости $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T,$

где I_T – предельный ток термической стойкости по каталогу,

t_T – длительность протекания тока термической стойкости по каталогу;

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

33

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

- по вторичной нагрузке $S_{\text{ном}} > S_{\text{нагр}}$ (рассматривается в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.3).

Параметры обмоток трансформатора тока 35 кВ представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Параметры обмоток трансформатора тока

Наименование ТТ	Первичный ток ТТ, А	Вторичный ток ТТ, А	Класс точности ТТ
ТТ-35 ТСН	200	5	5P/0,5
ТТ-35 ВЭУ №13 ВЭУ №15	1000	5	5P/0,5/0,2S
ТТ-35 ВЭУ №4 ВЭУ №18	800	5	5P/0,5/0,2S
ТТ-КЛ 35 кВ Покровская ВЭС - РУ 220 кВ Гражданской ВЭС	1500	5	5P/0,5/0,2S

Результаты выбора трансформаторов тока и их технические характеристики представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Технические характеристики

Наименование ТТ	Расчетные данные					Технические параметры ТТ			
	$U_{\text{уст}}$, кВ	$I_{\text{макс.раб}}$, А	$I_{\text{п0}}$, кА	$t_{\text{р.з.}}$, с	B_k , кА ² ·с	$U_{\text{ном}}$, кВ	$I_{\text{ном}}$, А	$I_{\text{T(3)}}$, кА	$I_f^2 \cdot t_f$, кА ² ·с
ТТ-35 ТСН	35	1,65	18,22	0,1	33,19	35	200	12	144
ТТ-35 ВЭУ №13 ВЭУ №15	35	843,92	18,22	0,34	112,87	35	1000	40	1600
ТТ-35 ВЭУ №4 ВЭУ №18	35	613,76	18,22	0,34	112,87	35	800	40	1600
ТТ-КЛ 35 кВ Покровская ВЭС - РУ 220 кВ Гражданской ВЭС	35	1687,84	18,22	0,94	312,05	35	1500	40	1600

Расчет по определению нагрузок трансформаторов тока представлен в томе «Релейная защита и регистрация аварийных событий» ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.3.

4.4 Выбор индуктивных трансформаторов напряжения 35 кВ

В ячейках 35 кВ к установке приняты антирезонансные индуктивные трансформаторы напряжения 35 кВ с тремя вторичными обмотками.

Условия выбора ТН:

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							34
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

- по напряжению $U_{уст} \leq U_{ном}$;
- по конструкции и схеме соединения обмоток;
- по классу точности (рассматривается в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.3);
- по вторичной нагрузке $S_{ном} > S_{нагр}$ (рассматривается в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.3).

Параметры обмоток трансформаторов напряжения 35 кВ представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – Параметры обмоток трансформатора напряжения 35 кВ

Наименование ТН	Параметры обмоток	Класс точности ТН
ТН-35-СШ	$\frac{35}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{\sqrt{3}} / \frac{0,1}{3}$ кВ	0,5/0,5/3Р

Расчет по определению нагрузок трансформаторов напряжения представлен в томе ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.3 «Релейная защита и регистрация аварийных событий».

4.5 Выбор разъединителей 35 кВ

Условия выбора:

- по напряжению $U_{уст} \leq U_{ном}$;
- по току $I_{мах} \leq I_{ном}$;
- проверка на электродинамическую стойкость $i_y \leq i_{пр.с.}$,
 $i_{пр.с.}$ – амплитудное значение предельного сквозного тока КЗ по каталогу;
- проверка на термическую стойкость $B_k \leq I_T^2 \cdot t_T$,
где I_T – предельный ток термической стойкости по каталогу;
 t_T – длительность протекания тока термической стойкости по каталогу.

Технические характеристики и выбор разъединителей 35 кВ представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Технические характеристики и выбор разъединителей 35 кВ

Наименование	Расчетные данные					Технические данные			
	$U_{уст}$, кВ	$I_{мах}$, А	i_y , кА	$t_{р.л.}$, с	B_k , кА ² сек	$U_{ном}$, кВ	$I_{ном}$, А	$i_{пр.с.}$, кА	$I_T^2 \cdot t_T$, кА ² ·с
Р-35 ВЭУ №13	35	843,92	40,1	0,64	244,3	35	1250	63	625

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

35

панели для которой нет опасности воспламенения при прямом ударе молнии в кровлю. Используемые материалы для крыши ДЭС соответствуют требованиям СО 153-34.21.122-2003. Естественным токоотводом является металлический каркас контейнера, имеющий жесткую металлическую связь с внешним контуром заземления. Металлический каркас ДЭС отвечает требованиям, предъявляемым к естественным токоотводам согласно СО 153-34.21.122-2003.

Для снижения уровня помех во вторичных цепях предусматриваются следующие мероприятия:

- применение экранированных кабелей и кабелей с металлической бронёй;
- заземление экранов контрольных кабелей с обеих сторон с применением специальных зажимов или разъемов;
- установка специальной медной шины внутри шкафов с МП терминалами для заземления экранов кабелей, корпусов терминалов и других устройств.

5.2 Перечень мероприятий по заземлению (занулению)

В состав ВЭУ входит КРУЭ 35 кВ. Сборные шины, токоведущие части и коммутационные аппараты каждой ячейки с элегазовой изоляцией расположены в герметичном необслуживаемом отсеке, заполненном элегазом, открытые проводящие части отсутствуют - обслуживающий ВУЭ персонал не имеет доступа к токоведущим частям и сборным шинам данных ячеек.

Входящий в состав КРУЭ измерительный трансформатор напряжения с литой изоляцией расположен в ячейке с воздушной изоляцией, присоединение данного ТН к сборным шинам выполнено кабелем с использованием герметичных кабельных адаптеров (бушингов), открытые проводящие части также отсутствуют.

В качестве защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции применены следующие меры защиты при косвенном прикосновении:

- защитное заземление;
- уравнивание потенциалов.

Взам. инв. №							
	Подп. и дата						
Инв. № подл.							
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							37

Разработка дополнительных мероприятий по обеспечению безопасности работ, в рамках требований пункта 21.6 «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», выполняется эксплуатирующей организацией до пробного пуска ВЭУ.

Каждая из ВЭУ и Модуль управления ВЭС имеют заземляющее устройство (далее ЗУ), используемое одновременно для электроустановок до 1 кВ и выше 1 кВ установленных в своем составе (ПУЭ пункт 1.7.55).

Для обеспечения электробезопасности к ЗУ ВЭУ и МУ присоединены:

- нейтраль и корпус трансформатора 35/0,72 кВ (для ВЭУ);
- нейтраль и корпус трансформатора 35/0,4 кВ (для МУ);
- металлические оболочки и броня кабелей напряжением до 1 кВ и выше, в том числе предусмотрено эквипотенциальное соединение экранов кабелей, входящих в ВЭУ или выходящих из нее, к главной заземляющей шине;
- открытые проводящие части электроустановок напряжением до 1 кВ и выше;
- сторонние проводящие части, в том числе металлическая башня ВЭУ и входная металлическая лестница;

Проектируемая сеть 35 кВ является сетью напряжением выше 1 кВ с заземленной через резистор нейтралью.

Проектируемая сеть 0,4 кВ является сетью напряжением до 1 кВ с глухозаземленной нейтралью.

Для электроустановок напряжением до 1 кВ принята система заземления TN-S.

Учитывая тот факт, что имеются установки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью, так и установки напряжением выше 1 кВ в сетях с заземленной нейтралью через резистор, при выборе параметров ЗУ необходимо руководствоваться наиболее жесткими требованиями.

Соппротивление ЗУ следует принять наименьшим исходя из следующих условий:

Взам инв. №	TN-S.					
	Учитывая тот факт, что имеются установки напряжением до 1 кВ в сетях с глухозаземленной нейтралью, так и установки напряжением выше 1 кВ в сетях с заземленной нейтралью через резистор, при выборе параметров ЗУ необходимо руководствоваться наиболее жесткими требованиями.					
	Сопротивление ЗУ следует принять наименьшим исходя из следующих условий:					
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1					Лист
						38

- не более 10 Ом для выполнения требований производителя ВЭУ фирмы Vestas;
- не более 2 Ом для выполнения требований ПУЭ (пункт 1.7.101);
- требований по обеспечению электробезопасности по ГОСТ Р 50571.4.44-2019.

Для обеспечения электробезопасности обслуживающего персонала требуется выполнение ЗУ с сопротивлением, которое обеспечит допустимые значения напряжения повреждения (напряжения на ЗУ) в системе низкого напряжения при ОЗЗ в системе высокого напряжения в любое время года.

Формула напряжения повреждения, возникающего на заземляющем устройстве при повреждении в сетях выше 1 кВ примет следующий вид:

$$U_{\text{пов.на зу}} = R_{\text{зу}} \cdot I_{\text{озз}},$$

где $I_{\text{озз}}$ - значение расчетного тока однофазного замыкания на землю (величина тока замыкания на землю должна быть определена для той из возможной в эксплуатации схемы сети, при которой величина тока замыкания на землю имеет наибольшее значение);

$R_{\text{зу}}$ - сопротивление ЗУ с учетом всех естественных и искусственных ЗУ (имеющих гальванические связи внешних контуров заземления);

$$I_{\text{озз}} = \sqrt{(I_{\Sigma C})^2 + (I_{R_N})^2},$$

где

I_{R_N} - активный ток, создаваемый резистором;

$I_{\Sigma C}$ - емкостной ток сети;

$$I_{R_N} = \frac{U_{\text{вн}}}{\sqrt{3} \cdot R_N},$$

где R_N - сопротивление заземляющего резистора.

В расчетах I_{R_N} , при схеме включения резистора в нейтраль через фильтр нулевой последовательности (ФНП), допускается пренебрегать сопротивлением ФНП ($Z_{\text{ФНП}} = R_N$). Сопротивление ФНП практически не оказывает влияние на модуль сопротивления нейтрали и угол между током и напряжением (не превы-

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

шает 4-5°). При расчете направленных защит и малых токах замыкания на землю данную составляющую рекомендуется учитывать.

Согласно требованиям ПУЭ п.1.2.16 работа электрической сети напряжением 35кВ может предусматриваться как с изолированной нейтралью, так и нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор или резистор.

В связи со значительной протяженностью КЛ 35 кВ с кабелями с изоляцией из СПЭ и тем, что длительное сохранение режима однофазного замыкания на землю (ОЗЗ), имеющее место при работе сети с изолированной нейтралью или нейтралью, заземленной через дугогасящий реактор, ведет к накоплению дефектов в изоляции кабелей с изоляцией из СПЭ и, тем самым, создает благоприятные условия для возникновения пробоев изоляции кабелей, рекомендуется режим заземления нейтрали через низкоомный резистор с немедленным отключением поврежденного присоединения. Параметры КЛ 35кВ ВЭС представлены в таблице 5.1. Емкостной ток короткого замыкания на землю принят на основании технических характеристик кабеля ООО "Камский кабель".

Таблица 5.1 – Параметры КЛ 35 кВ ВЭС

№ п/п	Участок КЛ 35 кВ	Марка кабеля АПвПуг-35, сечение	Удельный ем- костной ток ко- роткого замыкания на землю, А/км	Длина КЛ, км	Емкостной ток ко- роткого замыкания на зем- лю, А
1. Покровская ВЭС					
1.1	ВЭУ №9-ВЭУ №10	3×(1×95мк/16)	3,428	1,02	3,50
1.2	ВЭУ №10-ВЭУ №11	3×(1×95мк/16)	3,428	0,75	2,57
1.3	ВЭУ №11-ВЭУ №12	3×(1×150мк/25)	3,809	1,12	4,27
1.4	ВЭУ №12-ВЭУ №13	3×(1×240мк/25)	4,571	1,58	7,22
1.5	ВЭУ №13-ПУ-35 кВ СШ МУ Покровская ВЭС	3×(1×400мк/35)	5,523	4,36	24,08
1.6	ВЭУ №5-ВЭУ №6	3×(1×95мк/16)	3,428	0,95	3,26
1.7	ВЭУ №6-ВЭУ №7	3×(1×95мк/16)	3,428	2,17	7,44
1.8	ВЭУ №7-ВЭУ №8	3×(1×150мк/25)	3,809	0,74	2,82
1.9	ВЭУ №8-ВЭУ №14	3×(1×240мк/25)	4,571	1	4,57
1.10	ВЭУ №14-ВЭУ №15	3×(1×400мк/35)	5,523	1,12	6,19
1.11	ВЭУ №15-ПУ-35 кВ СШ МУ Покровская ВЭС	3×(1×500мк/35)	6,094	2,94	17,92
1.12	ВЭУ №1-ВЭУ №2	3×(1×95мк/16)	3,428	0,79	2,71
1.13	ВЭУ №2-ВЭУ №3	3×(1×95мк/16)	3,428	0,86	2,95
1.14	ВЭУ №3-ВЭУ №4	3×(1×150мк/25)	3,809	0,81	3,09
1.15	ВЭУ №4-ПУ-35 кВ СШ МУ Покровская ВЭС	3×(1×240мк/25)	4,571	6,53	29,85
1.16	ВЭУ №16-ВЭУ №17	3×(1×95мк/16)	3,428	0,96	3,29
1.17	ВЭУ №17-ВЭУ №19	3×(1×120мк/16)	3,619	0,89	3,22
1.18	ВЭУ №19-ВЭУ №18	3×(1×150мк/25)	3,809	1,03	3,92
1.19	ВЭУ №18-ПУ-35 кВ СШ МУ Покровская ВЭС	3×(1×240мк/25)	4,571	2,59	11,84
ВЭС 000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1					
Изм. Кол.уч. Лист № док. Подп. Дата					
Лист					
40					

Суммарный емкостный ток КЛ 35 кВ составляет 148,29 А. Наибольший емкостный ток присоединения составляет 83,82 А. Для обеспечения надежного срабатывания защиты от ОЗЗ должно выполняться следующее условие:

4 – коэффициент, обеспечивающий надежное срабатывание защиты от ОЗЗ, определенный по выражению $K_{\text{ч}} \times I_{\text{сз}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{бр}} \times I_{\text{сфид}} = 1,5 \times 1,2 \times 2,0 \times I_{\text{сфид}} \approx 4 \cdot I_{\text{сфид}}$;

Наибольший емкостный ток присоединения, отходящего от РУ-35 кВ РУ 220 кВ, составляет 148,29 А (присоединение Покровской ВЭС). Для обеспечения надежного срабатывания защиты от ОЗЗ должно выполняться следующее условие:

2 – коэффициент, обеспечивающий надежное срабатывание защиты от ОЗЗ, определенный по выражению $K_{\text{ч}} \times I_{\text{сз}} = K_{\text{ч}} \times K_{\text{н}} \times K_{\text{бр}} \times I_{\text{сфид}} = 1,5 \times 1,2 \times 1,0 \times I_{\text{сфид}} \approx 2 \cdot I_{\text{сфид}}$;

$I_{\text{Сфид}}$ – наибольший емкостный ток присоединения, отходящего от РУ-35 кВ РУ 220 кВ.

$$I_R \geq 2 \cdot 148,29 = 296,58 \text{ A.}$$

Рекомендуется к установке резистор с номинальным током 400 А сопротивлением 50 Ом.

$$I_{R_N} = \frac{35000}{\sqrt{3} \cdot 50} = 404,14 \text{ A.}$$

Рекомендуется в проекте строительства РУ 220 кВ Гражданской ВЭС (не рассматривается по данному титулу) уточнить суммарный емкостный ток с учетом всех отходящих ЛЭП от РУ-35 кВ РУ 220 кВ, уточнить номера секций шин и выполнить выбор сопротивления заземления нейтрали с учетом приведенных рекомендаций и с учетом обеспечения надежного срабатывания защиты от ОЗЗ на отходящих ЛЭП от РУ-35 кВ РУ 220 кВ.

Подключать резистор рекомендуется к 1СШ 35 кВ ПС 220 кВ Гражданская.

$$I_{\Sigma C} = 230,62 \text{ A},$$

$$I_{R_N} = 404,14 \text{ A.}$$

$$I_{033} = \sqrt{230,62^2 + 404,14^2} = 465,31 \text{ A.}$$

$I_{\Sigma C}$ - суммарный емкостной ток ВЭС.

Таблица 5.2 – Суммарные ёмкостные токи КЛ 35 кВ ВЭС

Наименование ВЭС	Суммарный ёмкостной ток короткого замыкания на землю, А
Гражданская ВЭС	109,38
Покровская ВЭС	148.29
Ивановская ВЭС	82,33

Для определения параметров допустимого сопротивления (ЗУ МУ) в любое время года при прохождении расчетного тока замыкания на землю с учетом всех естественных и искусственных заземлителей получим следующее неравенство:

$$R_{3y} \leq \frac{U_{\text{пов.на зу}}}{I_{033}},$$

Для определения допустимого значения напряжения повреждения воспользуемся с кривой приведенной на рисунке 44.А2 ГОСТ Р 50571-4-44-2011 (МЭК 60364-4-44:2007) при заданном времени полного отключения ОЗЗ ($t_{\text{озз}} = 0,36 \text{ с}$) находим значение $U_{\text{пов.на зз}}=375 \text{ В}$, тогда:

$$R_{3y} \leq \frac{375}{465.31} = 0,806 \text{ OM}$$

Взам. инв. №		$R_{3y} \leq \frac{U_{\text{пов.на зу}}}{I_{033}},$	
Подп. и дата		<p>Для определения допустимого значения напряжения повреждения воспользуемся с кривой приведенной на рисунке 44.А2 ГОСТ Р 50571-4-44-2011 (МЭК 60364-4-44:2007) при заданном времени полного отключения ОЗЗ ($t_{033} = 0,36 \text{ с}$) находим значение $U_{\text{пов.на зу}} = 375 \text{ В}$, тогда:</p>	
Инв. № подл.		$R_{3y} \leq \frac{375}{465,31} = 0,806 \text{ Ом}$	
		ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	
Изм.	Кол.уч.	Лист	Лист
№ док.	Подп.	Дата	42

Согласно п. 1.7.114 ПУЭ. сечение шин магистрали заземления должно быть выбрано таким, чтобы при протекании по ним наибольшего тока однофазного КЗ в электроустановках с эффективно заземленной нейтралью или двухфазного КЗ в электроустановках с изолированной нейтралью, температура шин не превысила предельно допустимую температуру нагрева.

В таблице 5.3 приведены результаты расчета интеграла Джоуля для сетей Гражданская ВЭС, для однофазных или двухфазных коротких замыканий, в зависимости от режима заземления нейтрали сети.

Таблица 5.3 – Расчет интеграла Джоуля для выбора сечения шин магистрали заземления ВЭУ

	ВЭУ		МУ	
Номинальное напряжение сети, кВ	35	0,72	35	0,4
Вид КЗ, выбранный для расчетов сечения шины заземления (в соответствии с п.1.7.114 ПУЭ)	Двухфазное	Однофазное	Двухфазное	Однофазное
Длительность КЗ	0,4393	0,1	1,0393	0,4
Интеграл Джоуля (B_k), $кА^2с$	84,77	172,8	258,76	4,4

Согласно РД 153-34.0-20.527-98, минимально допустимое сечение проводников по условию термической стойкости определяется по формуле:

$$S_{\text{терм}} = \sqrt{\frac{B_k}{A_{\theta_k} - A_{\theta_n}}},$$

где $A_{\theta_k}, A_{\theta_n}$ - функция удельной теплоемкости материала проводника, его удельного сопротивления и температуры нагрева, определяемая по рис. 8.8-8.9 РД 153-34.0-20.527-98. исходя из материала шин, максимально допустимой и начальной температур нагрева соответственно. Для удобства расчета обозначим $C_T = \sqrt{A_{\theta_k} - A_{\theta_n}}$. Примем начальную температуру проводников 50 °С (максимально возможная температура в помещении). Для стали, при максимально допустимой температуре 400°С, $C_T=70 \text{ Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$. Результаты расчета минимально до-

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

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1	Лист
							43
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

пустимого сечения шин магистрали заземления приведены в таблице 5.4. Кривые для определения температуры нагрева проводников отражены на рисунке 5.1.

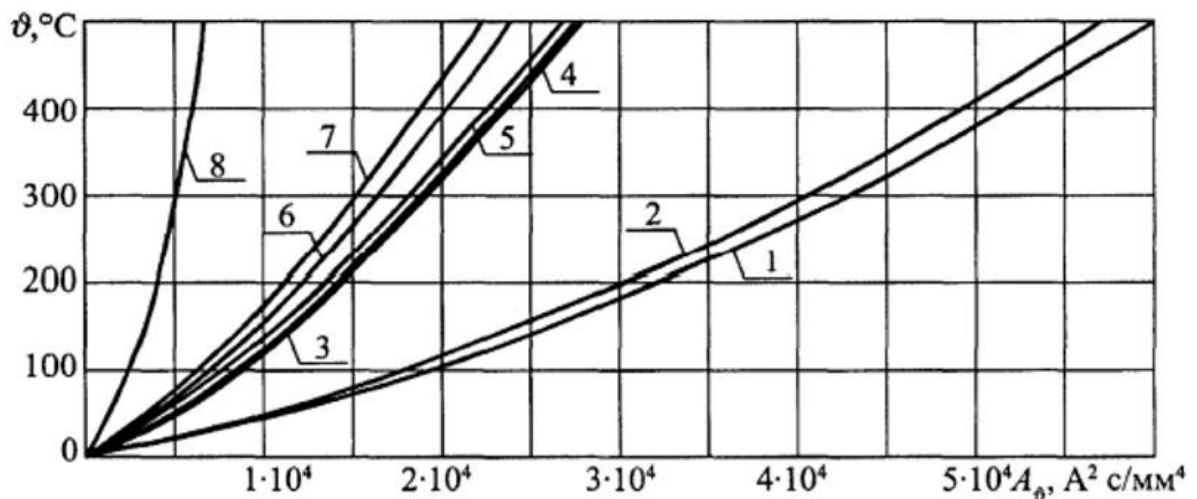


Рисунок 5.1 – Кривые для определения температуры нагрева проводников из различных материалов при коротких замыканиях.

Материалы проводников: 1- ММ; 2-МТ; 3-АМ; 4-АТ; 5-АДО, АСГ;
6-АДЗ1Т1; 7-АДЗ1Т; 8-СтЗ

Таблица 5.4 – Расчет минимально допустимого сечения шин заземления ВЭУ и МУ

Номинальное напряжение сети, кВ / точка КЗ	35/МУ Покровская ВЭС РУ-35 кВ СШ	0,72/шины НН трансформатора ВЭУ №22
Материал шины заземления	сталь	сталь
$C_T, \text{Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$	70	70
Минимально допустимое сечение шин заземления, мм^2	229,8	187,8

В соответствии с результатами расчетов и с целью унификации решений, в качестве магистрали заземления МУ и ВЭУ проектом предусматривается использование стальной полосы горячего цинкования сечением площадью сечения $5 \times 50 \text{ мм}^2$.

В качестве ЗУ используются искусственный заземлитель (внешний заземляющий контур, представляющий собой электрически связанное соединение горизонтальных и вертикальных электродов заземления и расположенный по периметру края фундамента на расстоянии 1 м от края) и естественный заземлитель (фундамент).

Взам. и.в. №	
Подп. и дата	
И.в. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Расчет сопротивления ЗУ выполняется по ГОСТ Р 54418.24-2013. При расчете сопротивление естественного заземлителя не учитывается, так как ГОСТ не устанавливает методику расчета сопротивления естественного заземлителя и значение его сопротивления возможно определить только на этапе строительства с помощью измерений.

При проведении строительно-монтажных работ на объекте к искусственному заземлителю с сопротивлением удовлетворяющим требованиям электробезопасности будут присоединен естественный заземлитель, что приведет к уменьшению общего сопротивления ЗУ.

5.2.1 Расчет ЗУ одной ВЭУ

В соответствии с отчетами по инженерно-геологическим изысканиям и инженерно-геологическим исследованиями в качестве исходных данных принято следующее:

- район проектирования ЗУ относится к III климатической зоне;
- все исследования ВЭЗ были произведены в период октябрь-ноябрь;
- по данным электроразведочных работ выделено три геологических слоя имеющих разброс по удельному сопротивлению грунта. Для произведения расчетов примем разрез, состоящий из трех слоев грунта с наихудшими показателями удельного сопротивления. Данные по УЭС представлены в таблице 5.5

Таблица 5.5 – Данные по УЭС

№ слоя	Толщина слоя, м	УЭС, Ом·м
1	от 0 до 2,6	260
2	с 2,6 до 7	38
3	с 7	600

В качестве базовой конструкции ЗУ будем использовать конструкцию, состоящую из вертикальных (стержневых) электродов соединенных горизонтальным замкнутым (кольцевым) электродом из полосовой стали, расположенную на расстоянии 1м от фундаментов ВЭУ. В качестве вертикальных (стержневых) электродов будет использован стальной оцинкованный прокат круглого сечения диаметром 18 мм, а в качестве замкнутого (кольцевого) горизонтального электрода стальная оцинкованная полоса 50×5 мм.

ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

45

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Произведем расчет базовой конструкции по формулам, приведенным в ГОСТ Р 54418.24-2013. Формулы для расчетов комбинированных ЗУ, указанные в ГОСТ Р 54418.24-2013, состоящих из вертикальных и горизонтальных электродов справедливы только при условии, что вертикальные электроды смонтированы с интервалом между соседними вертикальными электродами равным или превышающим длину вертикального электрода.

Учитывая внешний диаметр фундамента ВЭУ, равный 18 м получаем:

- горизонтальный электрод в виде кольца диаметром 20 м;
- 12 вертикальных электродов, расположенных на одинаковом расстоянии друг от друга не менее их длины (≥ 5 м).

Расчет заглубленного кольцевого электрода:

$$R_1 = \frac{\rho}{\pi^2 \cdot D} \cdot \ln \frac{4 \cdot D}{\sqrt{2 \cdot a_{\text{пол.}} \cdot d}},$$

где ρ – удельное сопротивление земли (Ом · м);

d – глубина залегания (м);

D – диаметр кольцевого электрода (м);

$a_{\text{пол.}} = 0,25 \times F$ – радиус для заземлителя, выполненного из стальной полосы, где F – ширина стальной полосы;

$$a_{\text{пол.}} = 0,25 \times 0,05 = 0,0125 \text{ м,}$$

Для горизонтального электрода, заглубленного на 1 м учитывая строение грунта (таблица 5.4) можно принять удельное сопротивление в 260 Ом·м, тогда:

$$R_1 = \frac{260}{\pi^2 \cdot 20} \cdot \ln \frac{4 \cdot 20}{\sqrt{2 \cdot 0,0125 \cdot 1}} = 3,5618 \text{ Ом.}$$

Расчет n заземляющих стержней равной длины, установленных по кругу диаметром D , с интервалом между соседними стержнями равным или превышающим длину стержня:

$$R_2 = \frac{\rho}{2 \cdot n \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a_{\text{кр.}}} - 1 + \frac{L}{D} \cdot \sum_{m=1}^{n-1} \frac{1}{\sin \left(\frac{\pi \cdot m}{n} \right)} \right),$$

где L - длина одного вертикального электрода (м);

$$a_{\text{кр.}} = \frac{0,018}{2} = 0,009 \text{ м;}$$

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

наихудшими показателями удельного сопротивления грунта) примет следующее значение:

$$R_{\text{ЗУ.баз.расч.}} = R_{\text{общ.}} \cdot k_c = 1,856 \cdot 1,28 = 2,376 \text{ Ом.}$$

Базовая конструкция не удовлетворяет требованиям по электробезопасности.

Для усиления базовой конструкции произведем дополнительный монтаж кольцевого заземлителя диаметром 29 м. Расчет кольцевого заземлителя выполняется аналогично.

Результаты расчета дополнительного кольцевого заземлителя сведены в таблицу 5.6.

Таблица 5.6 – Результаты расчета дополнительного кольцевого заземлителя

Параметр	Ед. изм.	Значение
Диаметр кольцевого заземлителя	м	29
Количество заземляющих стержней	шт.	18
R_1	Ом	2,603
R_2	Ом	0,768
R_3	Ом	0,325
$R_{\text{общ.д}}$	Ом	0,696

Учитывая, что дополнительные электроды соединены параллельно с базовой конструкцией, а базовая конструкция будет использоваться за счет экранирования не более чем на 95% то их суммарное сопротивление можно рассчитать по следующей формуле:

$$R_{\text{сумм.}} = \frac{R_{\text{общ.}} \cdot R_{\text{общ.д}}}{R_{\text{общ.}} + R_{\text{общ.д}}} = \frac{\left(\frac{1,856}{0,95}\right) \cdot 0,696}{\left(\frac{1,856}{0,95}\right) + 0,696} = 0,513.$$

$$R_{\text{ЗУ.сумм.расч.}} = R_{\text{сумм.}} \cdot k_c = 0,513 \cdot 1,28 = 0,657 \text{ Ом.}$$

ЗУ удовлетворяет требованиям по электробезопасности.

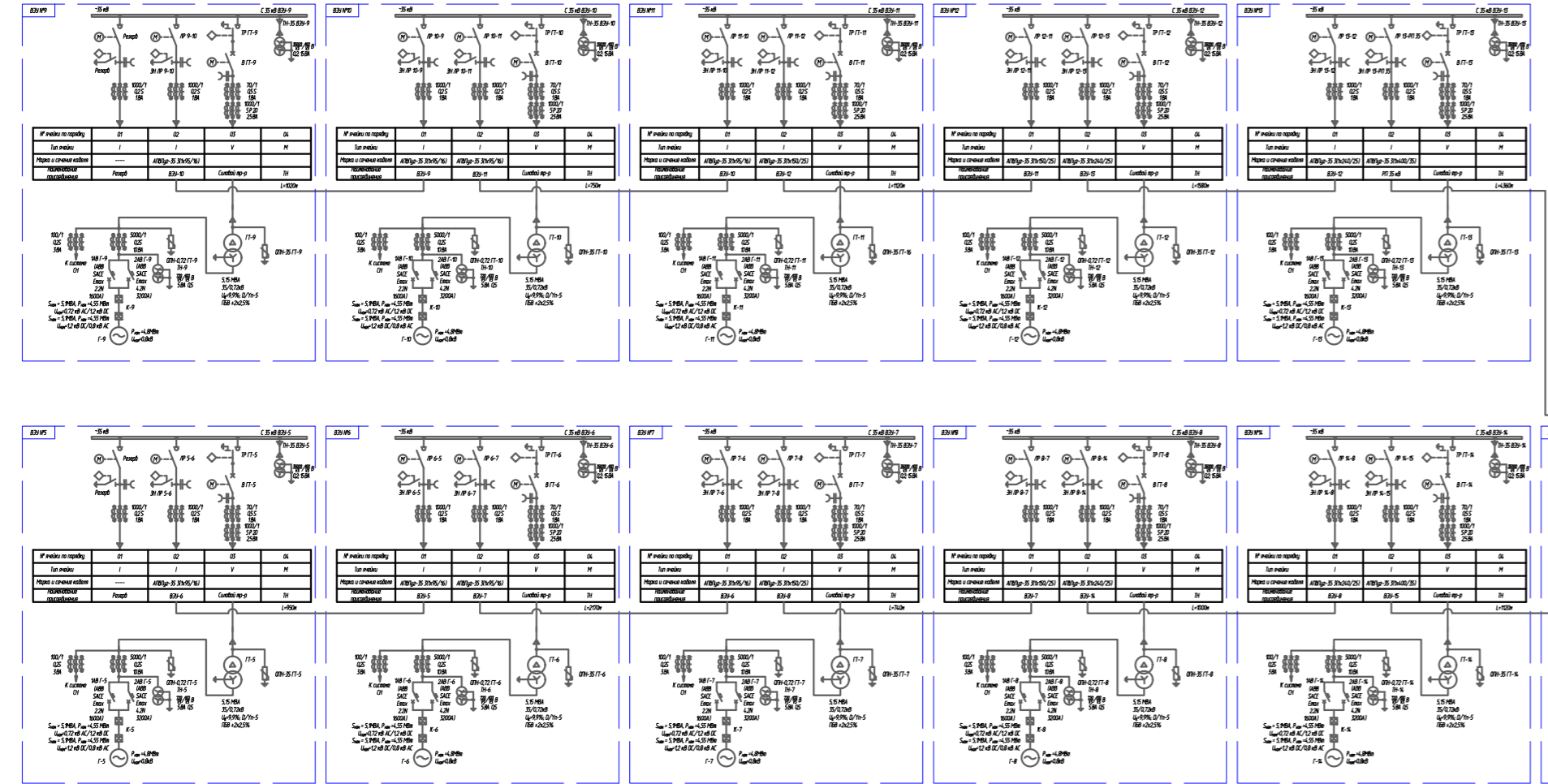
5.2.2 Расчет ЗУ для ДЭС

В соответствии с п. 1. 7.101 ПУЭ Сопротивление заземляющего устройства, к которому присоединены нейтрали генератора, в любое время года должно быть не более 4 Ом при линейных напряжениях 380 В источника трехфазного тока. Контур заземления ДЭС присоединяется к контуру МУ ВЭС не менее чем в двух местах. В соответствии с п 5.2.2 сопротивление ЗУ МУ ВЭС составляет 0,4223

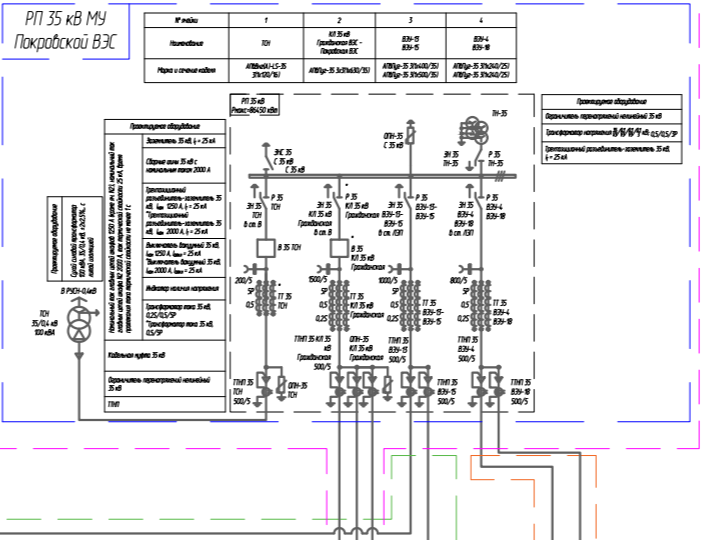
Взам. инв. №						
	Подп. и дата					
Инв. № подл.						
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1
						Лист 48

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	<p>РУ-35 РУ 220 кВ Гражданской ВЭС по экрану силовых кабелей, заземленных с двух сторон.</p>						Лист	
										49
Изм.	Кол. ич	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1				

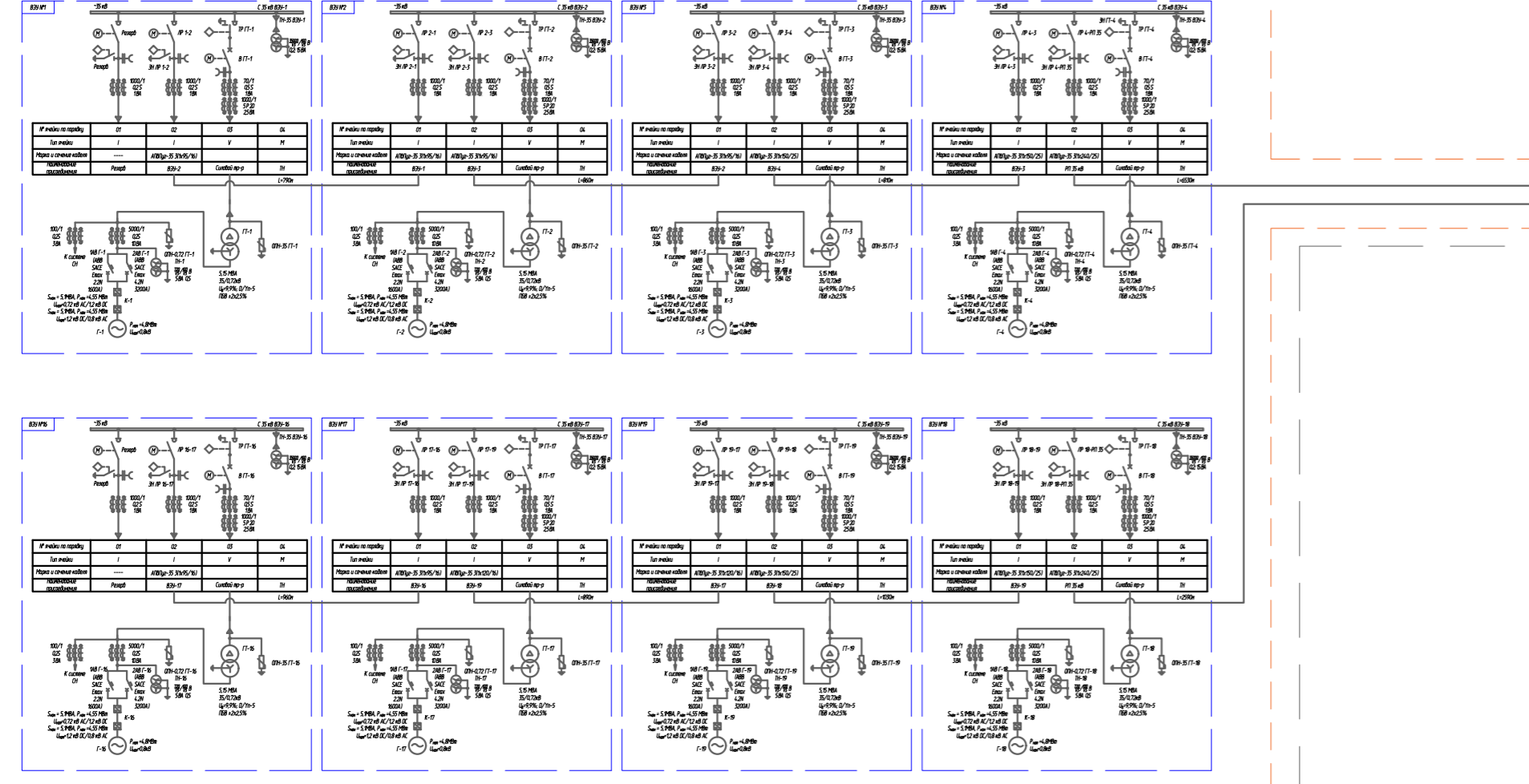
Покровская ВЭС
II этап строительства код ГПН ГВЕ0648 (50,05 МВт)



II этап строительства
РП 35 кВ МУ
Покровская ВЭС

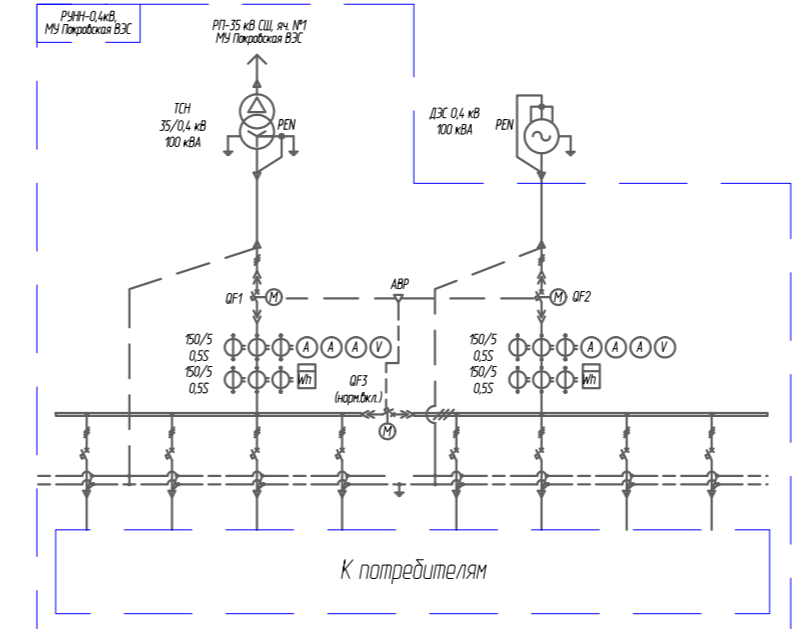


IV этап строительства код ГПН ГВЕ0652 (36,4 МВт)



РУ 35 кВ Гражданской ВЭС
РУ 220 кВ Гражданской ВЭС

Схема организации РУНН-0,4 кВ
МУ Покровская ВЭС



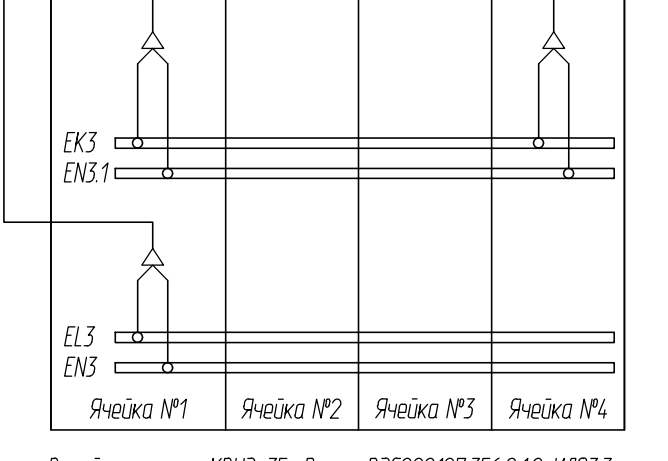
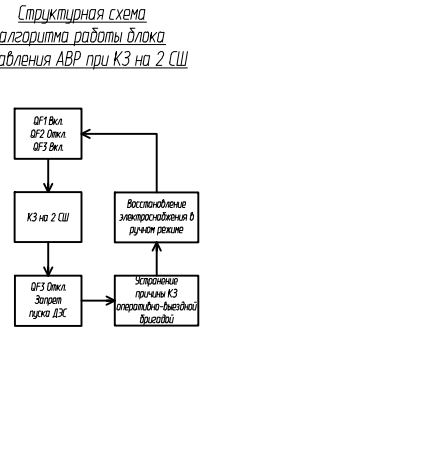
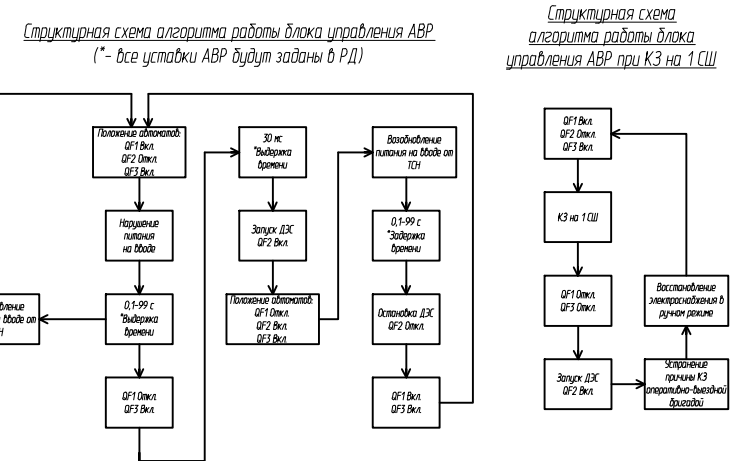
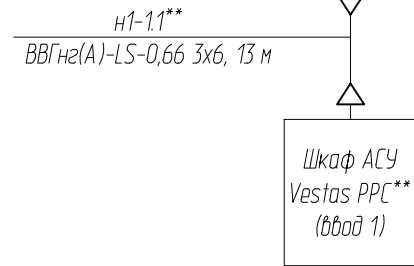
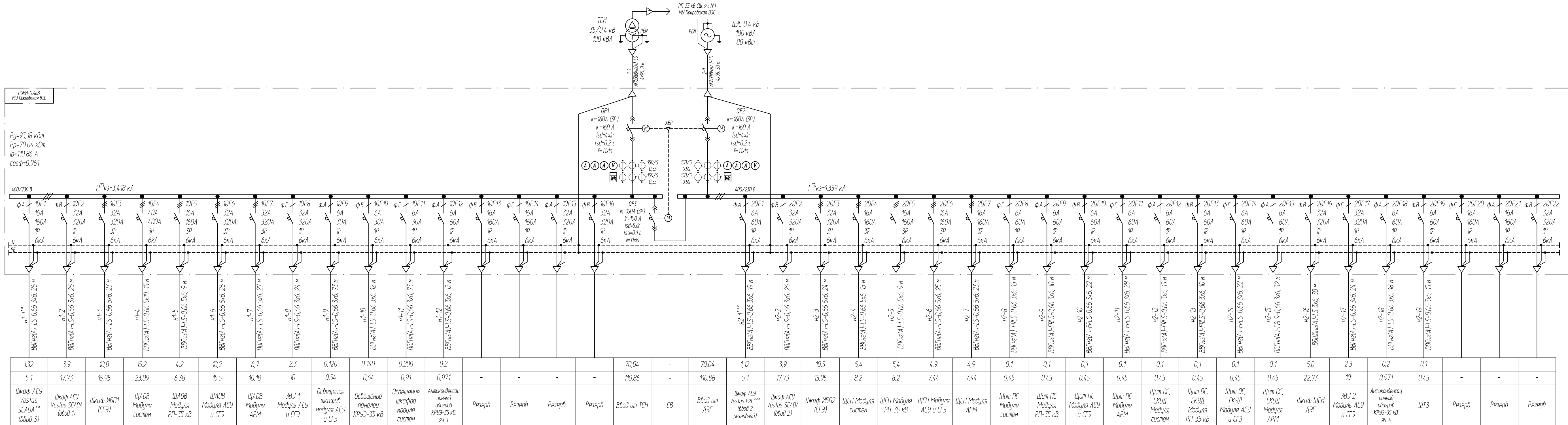
Условные обозначения:
- 2 этап строительства;
- 3 этап строительства;
- 4 этап строительства.

Примечание - Расчетный ток одной ВЗУ составляет 76,72 А

ВЭС000107.356.2.12-ИЛ03.101					
ООО "Детский Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработ.	Езгор	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
ГИП	Бондарчук	19.02.21			
Н. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
Ветропарковая электрическая станция, ветроустановка «Ветропарк Гражданская ВЭС», Этап 2, "Гражданская ВЭС", Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС)				Страница	Лист
Схема электрическая главная Покровская ВЭС				1	1
ООО "ЕРСМ Сибирь"				Формат А3x3	

Согласовано					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					

Так номинальный, In, А Тип расцепителя	
Трансформатор тока	
Номинальный ток, In, А; Характеристика АВ; Количество полюсов; Номинальная отключающая способность, кА, кА	
Маркировка участка	Марка, сечение и длина проводника
Руст., кВт	
Ирассч., А	
Наименование потребителя	



Релейные панели КРУЗ-35 кВ, том ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.3

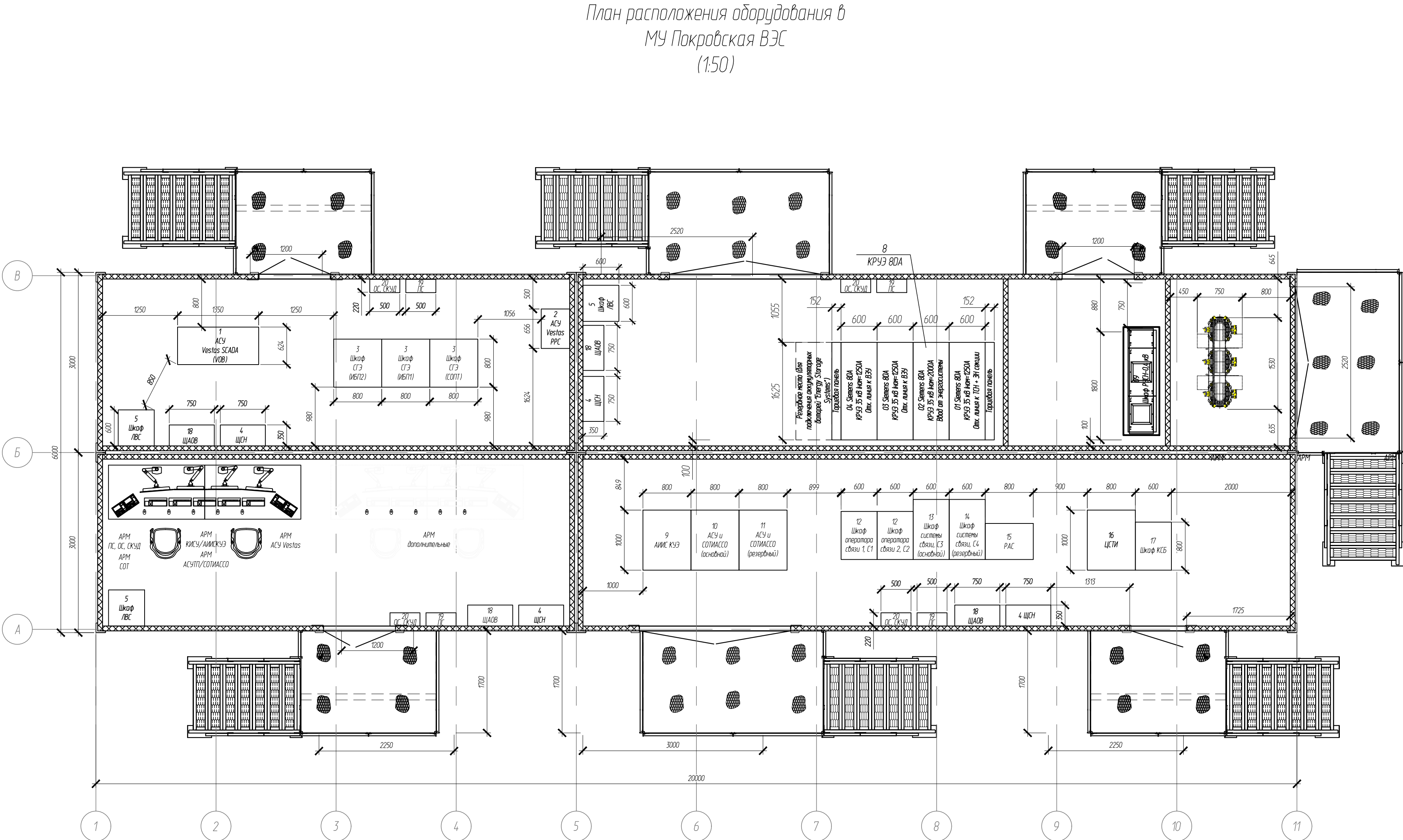
Примечания:
1 Шкаф РУН-0,4 кВ входит в комплект поставки модуля управления ВЭС;
2 QF3 шкафа РУН-0,4 кВ нормально включен;
3 Отключающая способность автоматических выключателей при КЗ, не менее 6 кА;
4 Чертеж не является основанием для нарезки кабелей;
5 Кабели нарезаются по фактически проложенной трассе;
6 Питание электроприемников выполнять от сети 400/230 В с системой заземления TN-S;
7 * - оборудование учтено в релейных панелях в составе КРУЗ-35 кВ;
8 Организация электроснабжения схемы управления АВР-0,4 кВ и электроснабжение электрообогревательных приборов автоматических выключателей QF1, 2, 3 осуществляется от СИП 1 СИ (Ином ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.2);
9 Список сигналов передаваемых в АСУТП по Ethernet и протоколу МЭК 60870-5-104 предоставлен в теме ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.5;
10 ** - электроснабжение шкафа Vestas PPC осуществляется транзитом через шкаф Vestas SCADA, т.е. шкаф Vestas PPC запитывается с выхода ИБП в составе Vestas SCADA;
11 *** - резервное электроснабжение напрямую шкафа Vestas PPC. Данный кабель закончить и использовать в качестве резерва при повреждении основного электроснабжения;
12 Количество ОЛ и параметры АВ на ОЛ могут быть уточнены на стадии Рабочая документация.

Условные обозначения:

- QFxx - порядковый номер АВ
- 32А - номинальный ток АВ
- 256А - установка расцепителей тока короткого замыкания
- 1Р, 3Р - количество полюсов
- 6кА - отключающая способность
- Ⓜ - электрообогревательный прибор
- М0Т 12UP АДС220, 220 В пост./пер. тока, 35 Вт

ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.102				
ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"				
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись
Разр.	Егоров			
Проберил	Вершинин			
Нач. отд.	Вершинин			
ГИП	Бондарчук			
Н. контр.	Пирогова			
Умб.				
Ветропарковая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. "Покровская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).				
Схема электрическая СН-0,4 кВ МУ Покровская ВЭС				
ООО "ЕРСМ Сибири"				
Формат А4х3				

Экспликация помещений			
№ помещения	Наименование помещения	Площадь, м²	Кат. пом.
1	Модуль АСУ и ЦЭ	2163	В4
2	Модуль РП-35 кВ	32,75	В4
3	Модуль систем	32,75	В4
4	Модуль АРМ	2163	В4

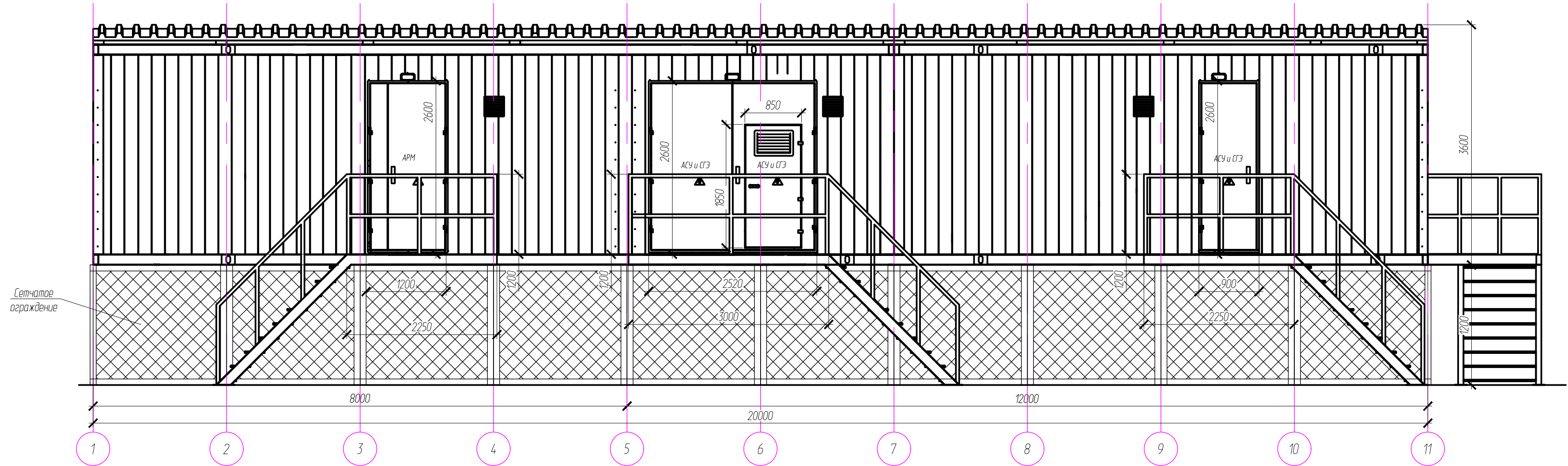


Экспликация оборудования				
Поз.	Наименование	Ед.	Кол-во	Производитель
1	Шкаф АСУ Vestas SCADA (VOB)	шт.	1	в поставке ВЭ
2	Шкаф АСУ Vestas RPS	шт.	1	в поставке ВЭ
3	Шкафы ЦЭ (системы гарантированного электроснабжения в составе ИБП №1, ИБП №2, СОПТ)	шт.	3	ВЭСО00107.356.112-ИП03.2
4	ЩСН модульного здания	шт.	4	в поставке МЭ
5	Шкаф ЛВС (для организации доступа к ЛВС)	шт.	3	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1
6	ТСН типа ТСЛ-100/35-УЗ	шт.	1	в поставке МЭ
7	АРМ	шт.	5	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1 ВЭСО00107.356.112-ИП03.4 ВЭСО00107.356.112-ИП03.5
8	Распределительное устройство 35кВ КРУЭ 80А Siemens	шт.	4	в поставке МЭ
9	АИИС КРУЭ Шкаф серверов	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП03.4
10	Шкаф АСУ и СОТИ АССО Основной	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП03.5
11	Шкаф АСУ и СОТИ АССО Резервный	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП03.5
12	Системы связи Шкаф оператора связи (С1, С2)	шт.	2	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1
13	Шкаф системы связи Основной (С3)	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1
14	Шкаф системы связи Резервный (С4)	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1
15	Шкаф РАС (регистратор аварийных событий)	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП03.3
16	Шкаф ЦСТИ (центра сбора технологической информации)	шт.	1	По отдельному договору
17	Шкаф КСБ	шт.	1	ВЭСО00107.356.112-ИП04.1
18	Щит автоматики отопления вентиляции (ЩАОВ)	шт.	4	в поставке МЭ
19	Шкаф пожарной сигнализации (ПС)	шт.	4	в поставке МЭ
20	Шкаф системы безопасности и охранной сигнализации (ОС, СКУД)	шт.	4	в поставке МЭ
21	Шкаф РУСН-0,4 кВ	шт.	1	в поставке МЭ

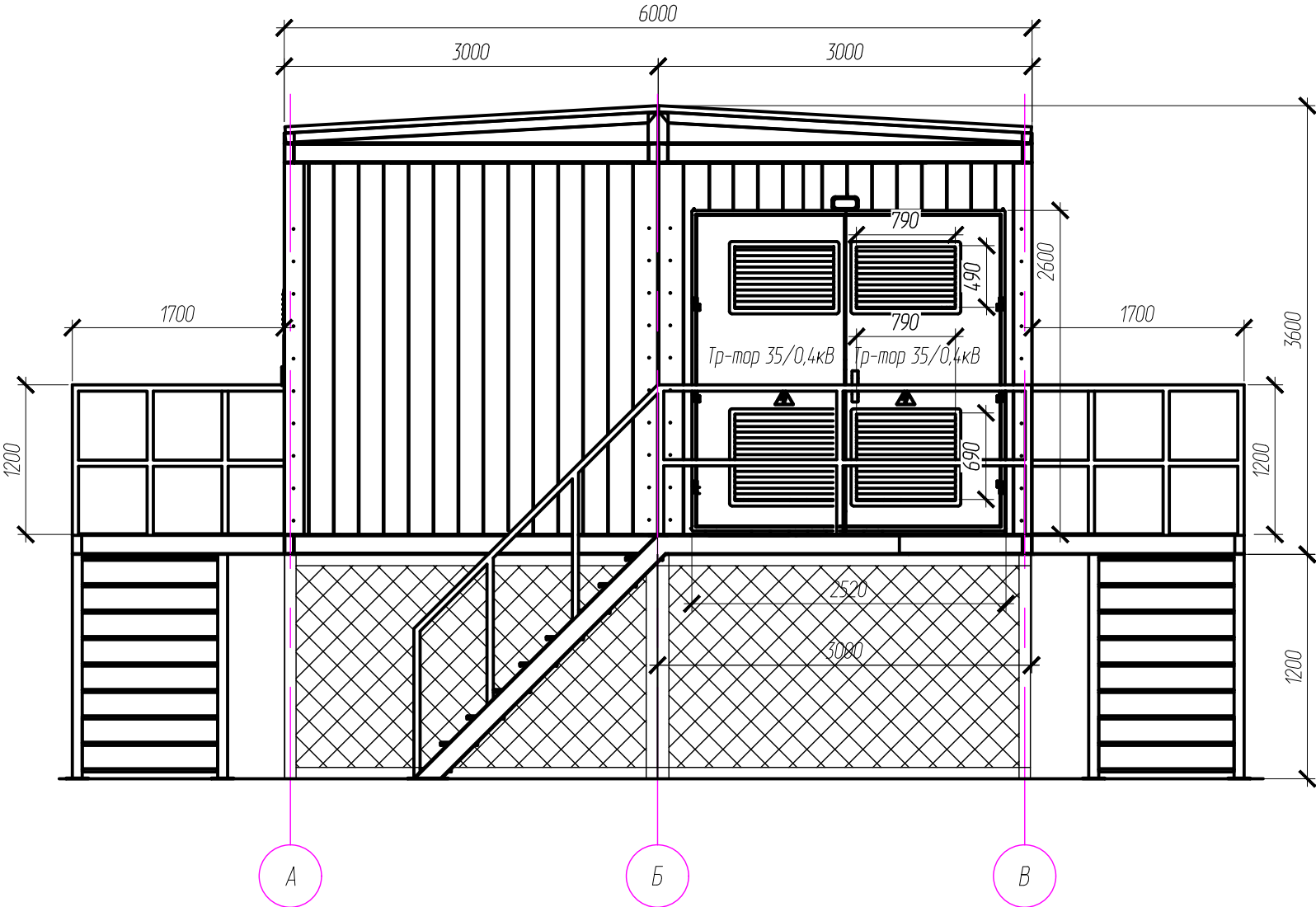
Примечания:
1 Места ввода кабеля в МУ ВЭС а также трассы внутри и под МУ ВЭС будут уточнены на стадии разработки РД;
2 Кабели инженерных систем модуля управления ВЭС поставляются комплектно с МУ ВЭС заводом-изготовителем;
3 Кабельные связи между модулями прокладываются под потолком модулей по кабельным конструкциям, поставляемым комплектно с заводом-изготовителем;
4 Внешние кабели, силовые кабели выше 1 кВ и кабель 0,4 кВ от ТСН прокладываются под модулями по кабельным конструкциям, поставляемым комплектно с заводом-изготовителем;
5 Высота помещений от пола до потолка 3000 мм;
6 Крыша всего здания двухскатная;
7 Габаритные размеры ЩСН, СКУД, ПС, ЩАОВ, РУСН-0,4 кВ могут быть уточнены на стадии РД;
8 Габаритные размеры проходов, расположение дверных проемов, бортов, шкафов и щитов могут быть уточнены на стадии РД.

ВЭСО00107.356.2.12-ИП03.104					
ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Егоров	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
И. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
ГМП	Бондарчук	19.02.21			
Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. "Покровская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).				Студия	Лист
План расположения оборудования в МУ Покровская ВЭС				П	1
				ООО "ЕРСМ Сибири"	

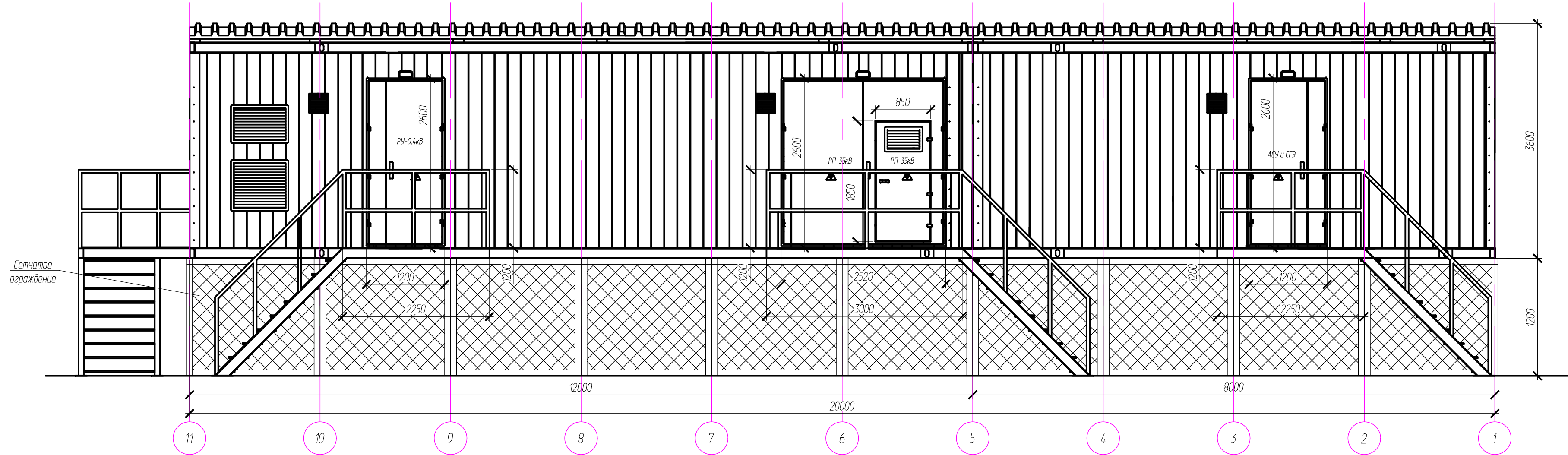
Фасад 1-11
(1:50)



Фасад А-В
(1:50)



Фасад 11-1
(1:50)



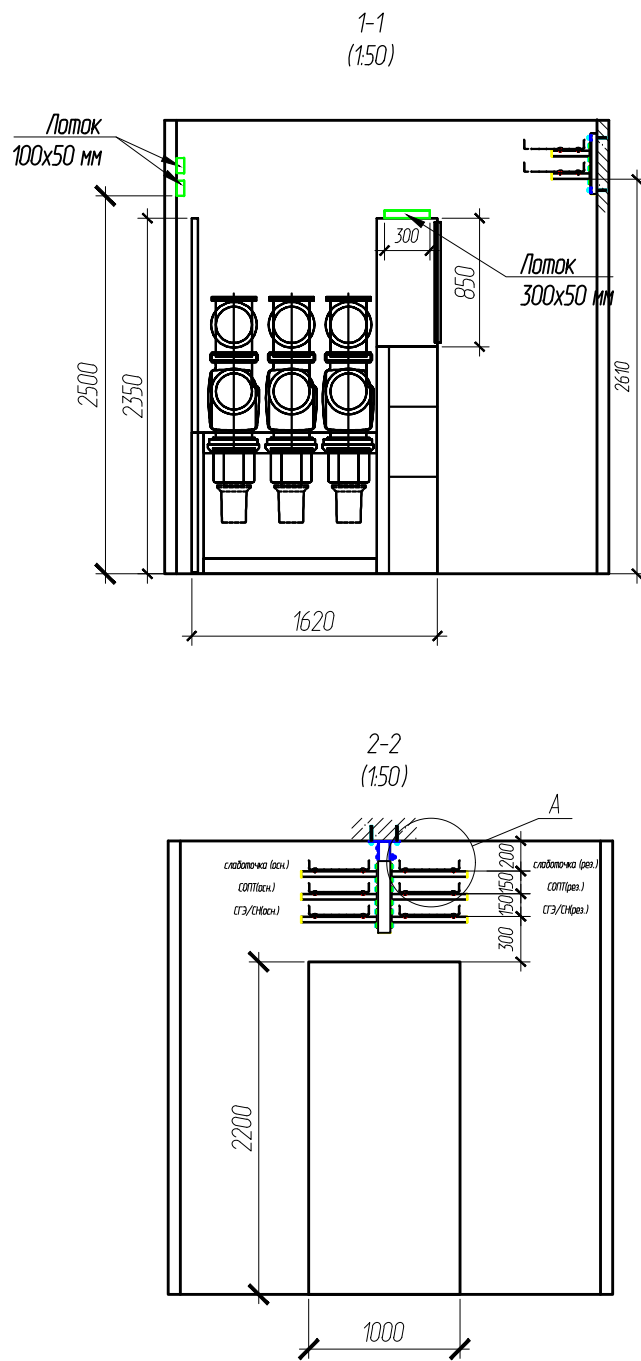
Примечания:

- 1 Крыша всего здания двускатная, транспортируется отдельным грузовым местом. Показана условно. Точный конструктив будет определен при разработке КД.
- 2 Требования к коррозионной стойкости конструктивных элементов. Коррозионная стойкость всех несущих и ограждающих конструкций здания должна соответствовать требованиям СП 28.13330.2017 "Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85" (с Изменением N 1).
- 3 Площадки обслуживания применены для высоты фундамента Н=1,2 м.
- 4 Крепление блочно-модульного здания к фундаменту производится при помощи сварки.
- 5 Максимальная вертикальная нагрузка от блока на фундамент - равномерно распределенная и составляет q=1000 кг/м².
- 6 Стойки под площадки наружных лестниц не показаны.
- 7 Дверной проем шириной 1200 мм выполняется двусторонним с шириной створок 300 мм (фиксируемая часть) и 900 мм (открываемая часть).

ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.105					
ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Егоров	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
И. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
ГМП	Бондарчук	19.02.21			
Фасады модуля управления				Студия	Лист
				П	1
				ООО "ЕРСМ Сибири"	

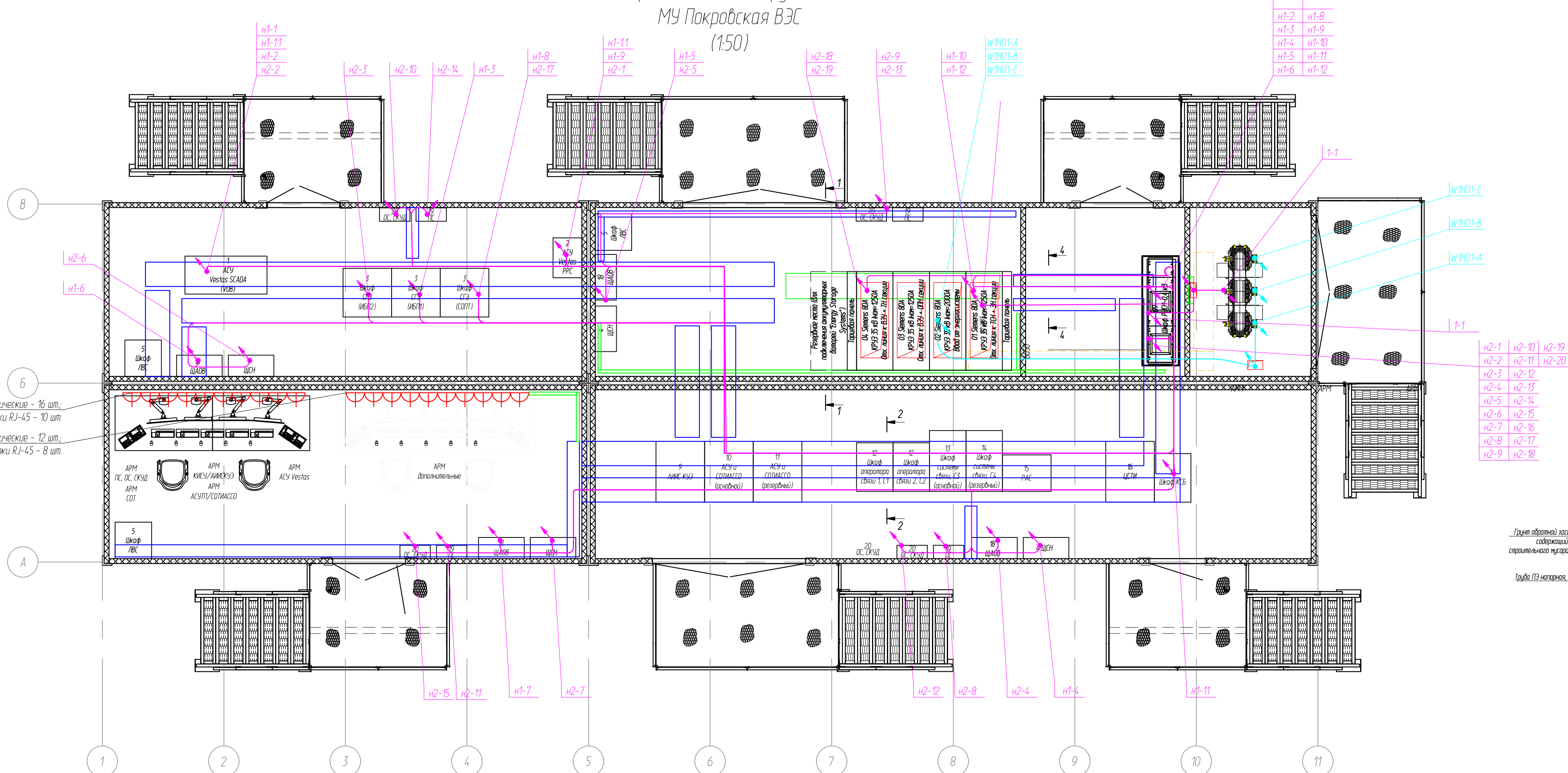
Экспликация помещений			
№ помещения	Наименование помещения	Площадь, м²	Кол. пом.
1	Модуль АСУ и ЦЭ	2163	В4
2	Модуль РП-35 кВ	32,75	В4
3	Модуль систем	32,75	В4
4	Модуль АРМ	2163	В4

План расположения оборудования в
МУ Покровская ВЭС
(1:50)

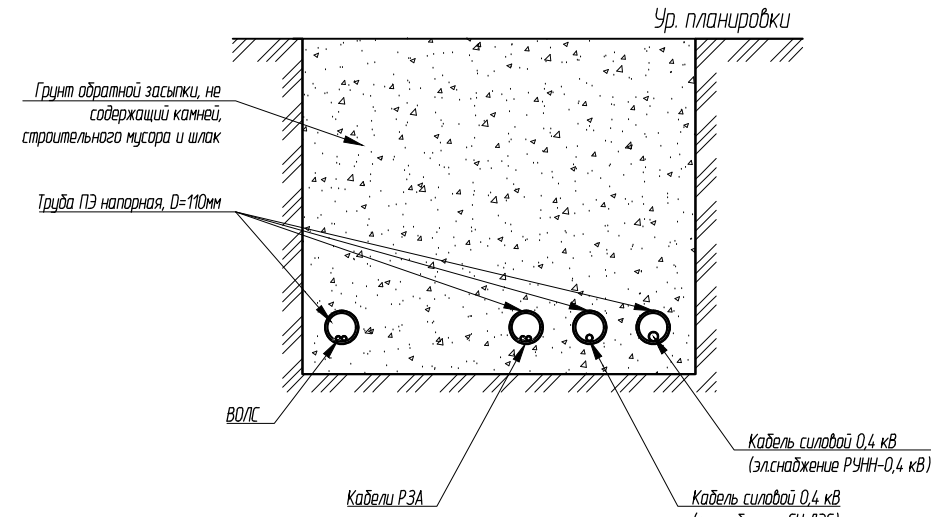


Розетки электрические – 16 шт.,
двухпортовые розетки RJ-45 – 10 шт.

Розетки электрические – 12 шт.,
двухпортовые розетки RJ-45 – 8 шт.



Прокладка КЛ-0,4 кВ до
ДЭС(1:25)

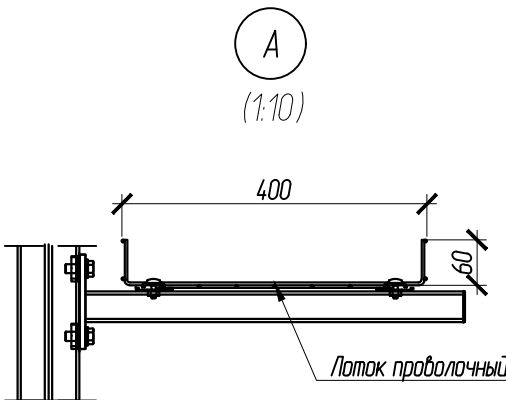


Экспликация оборудования

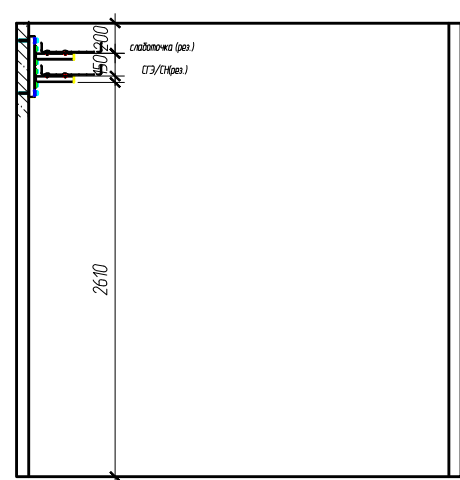
Поз.	Наименование	Ед.	Кол-во	Производитель
1	Шкаф АСУ Vestas SCADA (VAB)	шт.	1	
2	Шкаф АСУ Vestas PPC	шт.	1	
3	Шкафы ЦЭ (системы гарантированного электроснабжения в составе ИБП №1, ИБП №2, СОПТ)	шт.	3	
4	ЩСН модульного здания	шт.	4	
5	Шкаф ЛВС (для организации доступа к ЛВС)	шт.	3	
6	ТСН типа ТСЛ-100/35-УЗ	шт.	1	
7	АРМ	шт.	5	
8	Распределительное устройство 35кВ КРУЗ ВДА Siemens	шт.	4	
9	АИИС КУЗ Шкаф серверов	шт.	1	
10	Шкафы АСУ и СТИ АССО Основной	шт.	1	
11	Шкафы АСУ и СТИ АССО Резервный	шт.	1	
12	Системы связи Шкаф оператора связи	шт.	2	
13	Шкафы системы связи Основной	шт.	1	

Экспликация оборудования

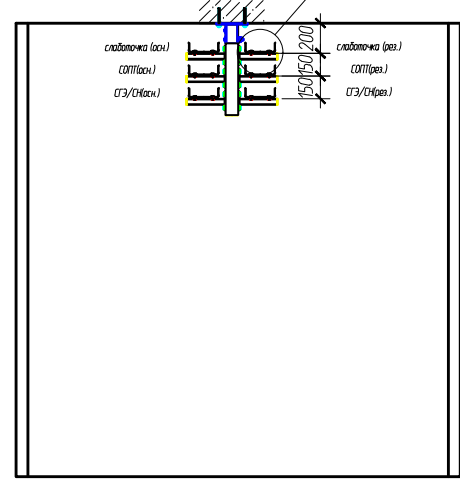
Поз.	Наименование	Ед.	Кол-во	Производитель
14	Шкаф системы связи Резервный	шт.	1	
15	Шкаф РАС (регистратор аварийных событий)	шт.	1	
16	Шкаф ЦСТИ (центра сбора технологической информации)	шт.	1	
17	Шкаф КСБ	шт.	1	
18	Щит автоматизации отопления вентиляция (ЩАОВ)	шт.	4	
19	Шкаф пожарной сигнализации (ПС)	шт.	4	
20	Шкаф системы безопасности и охранной сигнализации (ОС, СКЗЛ)	шт.	4	
21	Шкаф РУСН-0,4 кВ	шт.	1	
22	Шкаф тепловой защиты трансформатора (ШТЗ)	шт.	1	



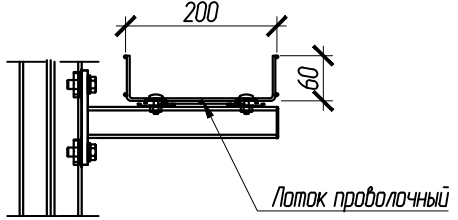
3-3
(1:50)



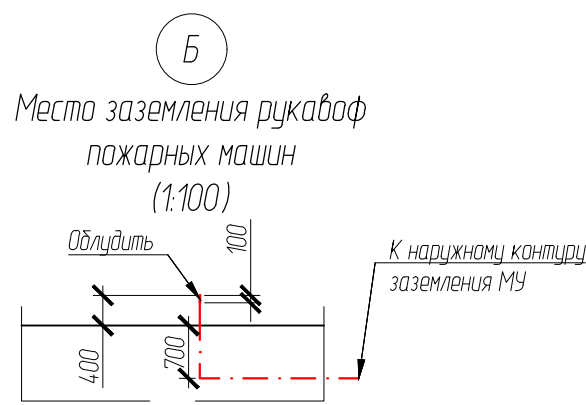
4-4
(1:50)



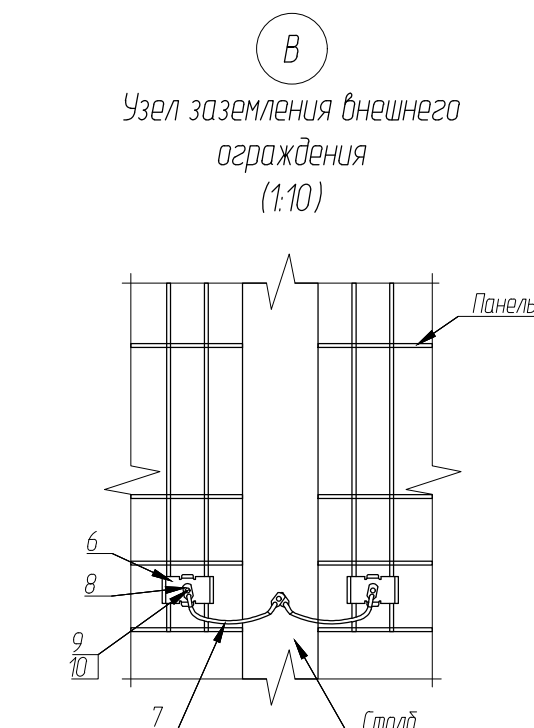
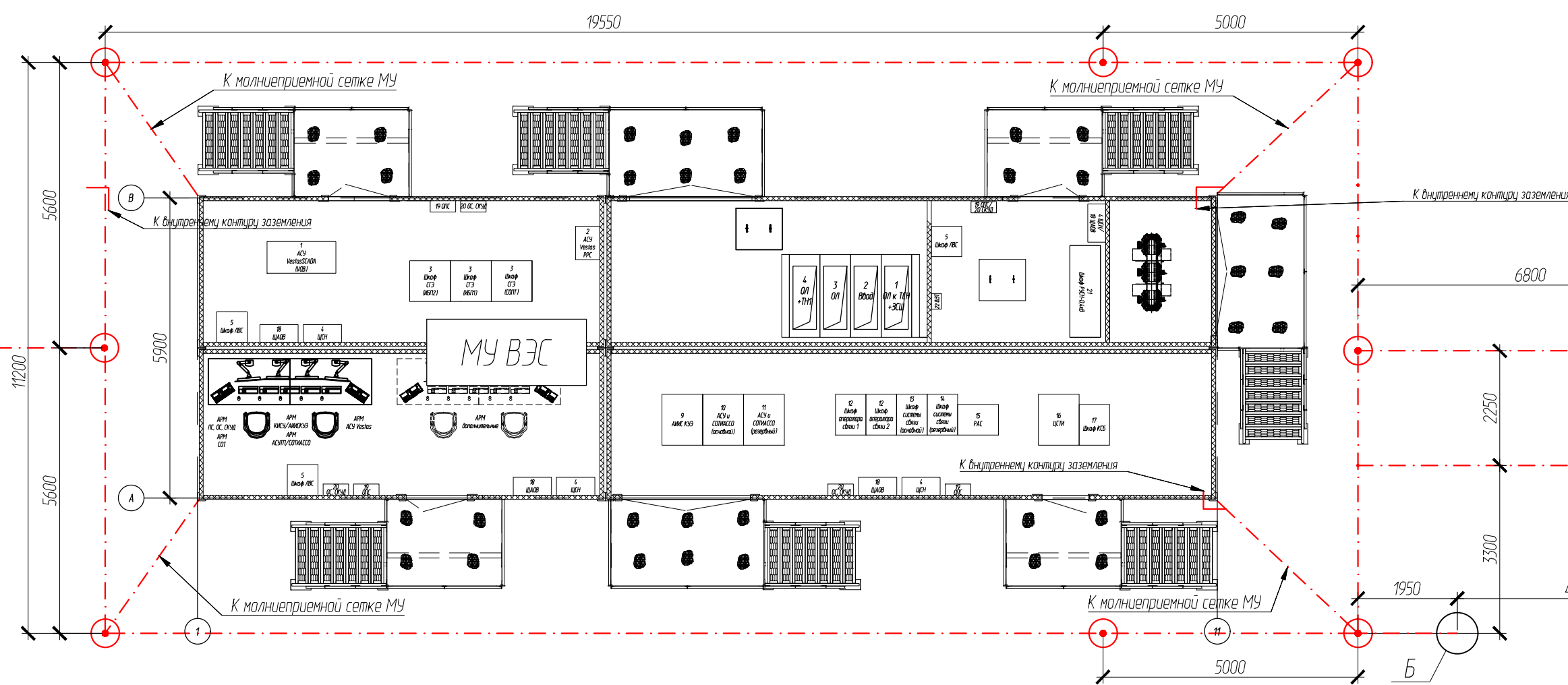
Б
(1:10)



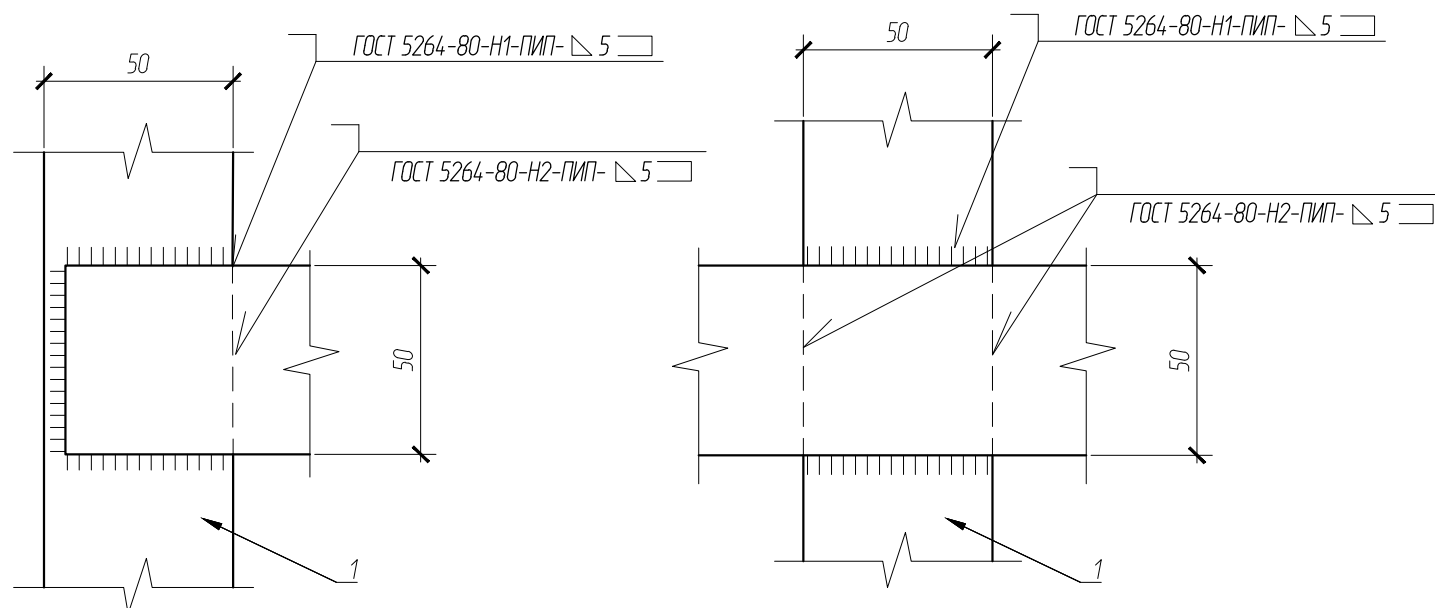
ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.106					
ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал	Егоров	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
Н. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
ГМП	Бондарчук	19.02.21			
Покровская ВЭС Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. Покровская ВЭС. Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).					
Фасады модуля управления					
ООО "ЕРСМ Сибири"					



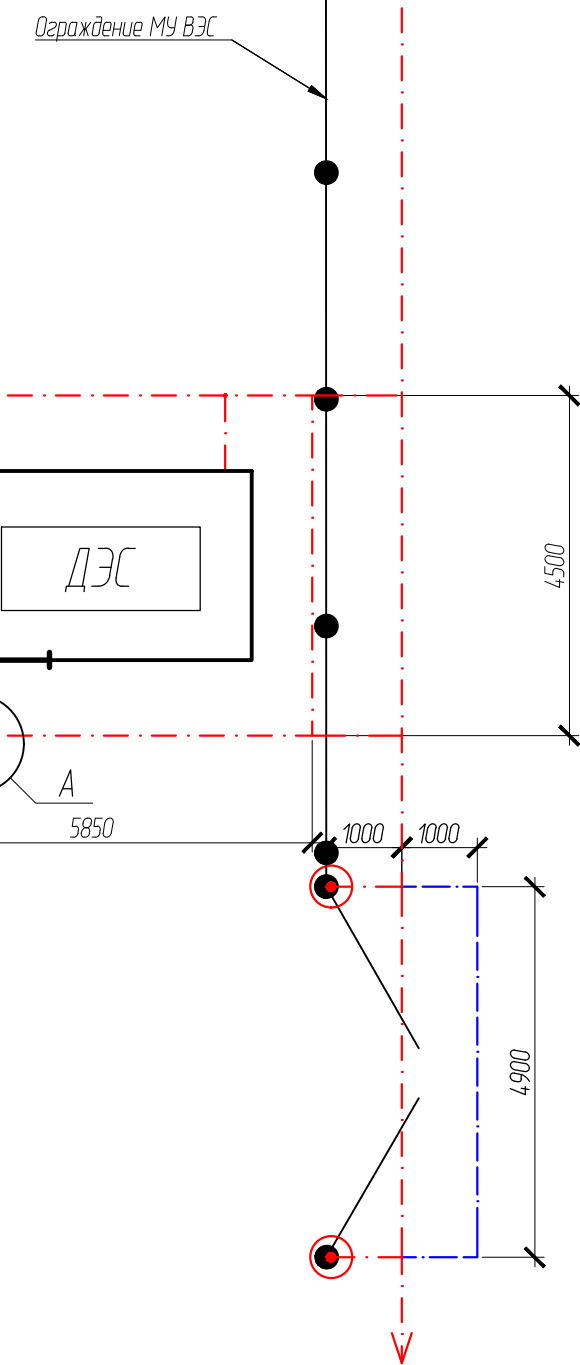
План заземления МУ Покровская ВЭС и ДЭС
(1:100)



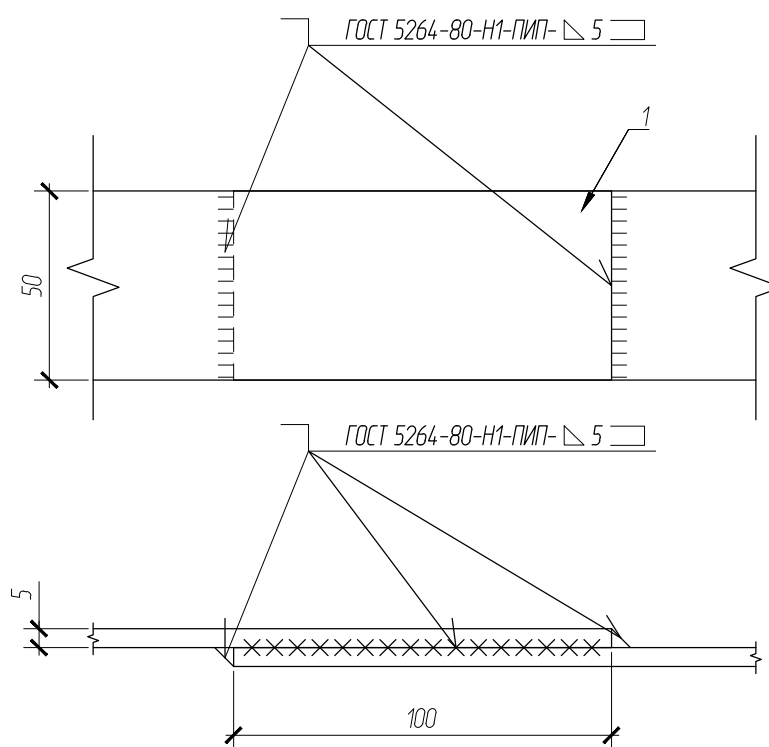
Соединение полос заземления между собой
(1:2)



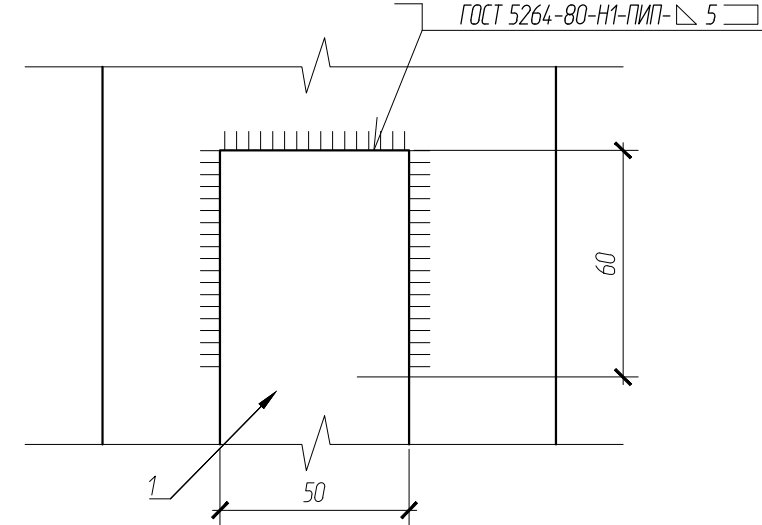
К внешнему контуру заземления МУ
Гражданская ВЭС
ВЭС000107.356.1.1.2



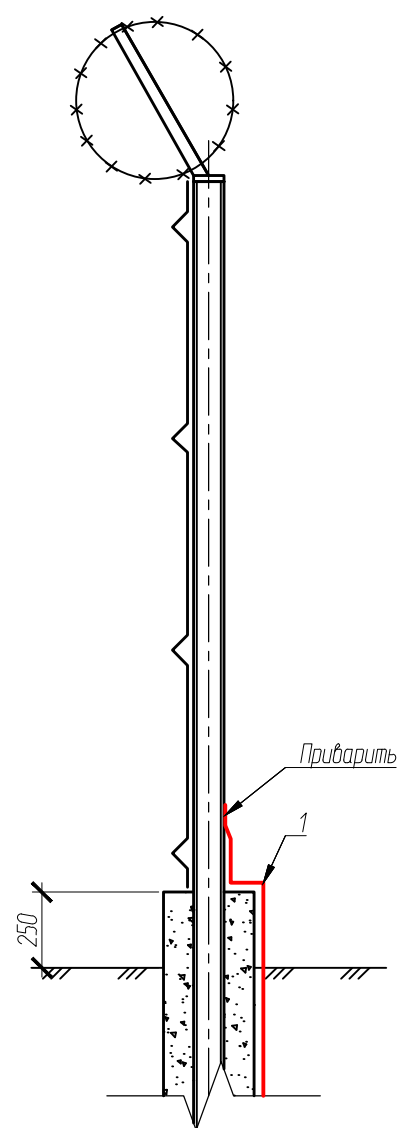
К внешнему контуру заземления МУ
Ивановская ВЭС
ВЭС000107.356.3.1.2



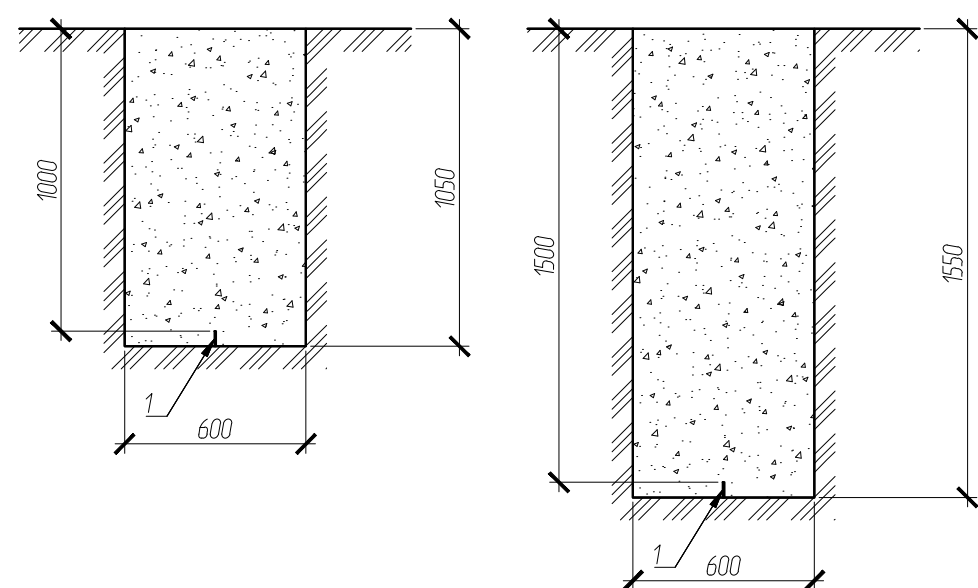
Присоединение полосы заземления
к опорной стойке оборудования
(1:2)



Заземление
внешнего ограждения
(1:25)



Разрезы траншей для прокладки
полосы заземления
(125)



Поз.	Наименование	Параметры	Ед.	Кол-во	Масса, кг	Примечание
1	Полоса заземления, горячего цинкования	50x5 ГОСТ 103-2006 Ст 3 кп ГОСТ 535-2005	м	320	1,963	в т.ч. 30 м на выпуски
2	Сталь кружала ГОСТ 2590-88, горячего цинкования	Ø 18 L=5000 мм	шт.	13	5,991	
3	Цинк ТУ 2313-012-12288779-99		кг	2		
4	АЛПОЛ ТУ 2313-014-12288779-99		кг	0,825		
5	СОЛьв-УР ТУ 2319-032-12288779-2002		кг	0,1		
6	Скава F50	ГОСТ 18360-93	шт.	79		
7	Провод силовой установочный (монтажный) с медной многопроволочной жилой 10мм в поливинилхлоридной изоляции	ПШв 1х10	м	30		
8	Болтовой наконечник	ТМЛ 10-8-5	шт.	159		
9	Пресс-гайка МВ	ГОСТ 5915-70	шт.	159		
10	Болт МВ	ГОСТ 7798-70	шт.	159		






Габариты траншеи и объем земляных работ

№ траншеи	Суммарная длина участка по плану, м	Объем земляных работ на 1 м траншеи, м³			Суммарный объем земляных работ по траншеи, м³		
		Рытье траншеи	Обратная засыпка	Объем мелкой просеяной земли или песка	Рытье траншеи	Обратная засыпка	Объем мелкой просеяной земли или песка
Глубина 1050 Ширина 600	225	0,63	0,63		14175	14175	
Глубина 1550 Ширина 600	650	0,93	0,93		6045	6045	
Итого:					20220	20220	

Условные обозначения:

- — — — — Сталь полосовая оцинкованная 50х5 мм проложенная в грунте (на глубину 1 м от земли);
- — — — — Сталь полосовая оцинкованная 50х5 мм проложенная в грунте (на глубину 1,5 м от земли);
- — — — — — Стальной прут круглого сечения оцинкованный $\varnothing 18$ мм (вертикальный) электрод заземления длиной 5 м);

- 1 В соответствии с ПУЭ п.1.7.54 для заземления электроустановок в первую очередь должны быть использованы естественные заземлители;
- 2 Все соединения между заземлителями, а также заземлителями и заземляющим проводником осуществлять сваркой способом "нахлест" согласно ГОСТ 5264-80 пп.Н1-Н2. Сварной шов должен быть сплошным. Длина "нахлеста" должна быть не менее двойной ширины при прямоугольном сечении. Высота сварных швов должна быть не менее 5 мм. Сварные соединения стальных элементов заземления должны быть защищены от коррозии при помощи составов (Цинкоп + А/М/П (п.3.4.3)) на 50-100 мм в обе стороны от сварного шва;
- 3 Магистраль контура заземления прокладывать на расстоянии 0,9-1 м от основной обводной;
- 4 В соответствии с п. 1.7.94 ПУЭ в бродов в здание производится – укладка проводников на расстоянии 1 и 2 м от заземлителя на глубине 1 и 1,5 м соответственно и соединение этих проводников с заземлителем;
- 5 Заземлитель и заземляющие полосы, расположенные в земле, не должны иметь окраски;
- 6 У мест обхода заземляющих проводников должен быть нанесен знак "Заземление";
- 7 Выпуск контура заземления из грунта покрасить краской на основе дитира черного цвета, в местах аттакв нанести желто-зеленые полосы;
- 8 Положения заземлителей уточнить по месту;
- 9 Сопоставление элементов устройства в любое время года не должна превышать 0,806 Ом;
- 10 Для каждого блока МВ ЭЭС организовать по два выпуска от горизонтального заземлителя для подключения опусков полипропиленовой сетки;
- 11 Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели металлической оболочкой или броней и другие металлические коммуникации должны быть проложены посередине между столпами ограды на глубине не менее 0,5 м;
- 12 Внешний заземлитель присоединяется к наружному контуру заземления МВ ЭЭС не менее чем в четырех точках;
- 13 Схема расположения элементов ограды МВ ЭЭС представлена в плане ВЗС.000.007.356.2.1-М/02.

						ВЭС000107.356.2.12-ИЛО3.107			
						ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Покровская ВЭС Ветропар электрической станции, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. Покровская ВЭС: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).	Страница	Лист	Листов
Разработ		Егоров			19.02.21		П		1
Проверил		Вершинин			19.02.21				
Нач. отд.		Вершинин			19.02.21				
ГИП		Бандарчук			19.02.21				
Н. контр.		Пирогова			19.02.21	План заземления МУ Покровская ВЭС и ДЭС		ООО "ЕРСМ Сибдир"	

ВНИМАНИЕ!

- 1 Кабельный журнал не является основанием для нарезки кабеля.
- 2 Кабели отрезаются по фактически промеренной трассе.






Условия прокладки кабеля:

На открытых площадках:

- 001 – Кабель в траншее в земле;
- 001-01 – Кабель в траншее в трубе;
- 002 – Кабель по установленным конструкциям и лоткам (применять в ж/б лотках, по металлоконструкциям (полкам, опорам);
- 002-01 – с креплением на поворотах и в конце трассы;
- 002-02 – прокладка кабеля с креплением по всей длине;
- 003 – Кабели в проложенных трубах, блоках и коробах (при прокладке в гофре, трубе, короб. Под коробом принимать замкнуты контур (мет.лоток с крышкой);

В помещениях (ОПУ, ЗРУ, РЩ, зданиях):

- 006 – Провода (кабель) по стальным конструкциям и панелям (применять при прокладке в каб.полузтаже с вводом в шкафы (панели)

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.КЖ			
						ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.	Егоров				19.02.21	"Гражданская ВЭС. Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).	Стадия	Лист	Листов
Проверил	Вершинин				19.02.21		П	1	3
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21				
ГИП	Бондарчук				19.02.21				
Н. контр.	Пирогова				19.02.21	Кабельный журнал КЛ-0,4 кВ	ООО "ЕРСМ Сибири"		
Утв.									

Марка кабеля	Заводская марка кабеля				Число используемых жил		Направление кабеля		Способ прокладки					Длина, м		Примечание	62
	По проекту		Фактически						Шифр								
	Тип	Число жил, сечение, мм ²	Тип	Число жил, сечение, мм ²	По проекту	Факт.	Откуда	Куда	001	002-01	003	006		по проекту	фактическая		
Кабели РУНН-0,4 кВ (переменный ток)																	
1-1	АПБШВнг(А)-LS-1	4x95			4		МУ, ТСН 35/0,4 кВ	РУНН-0,4 кВ, ввод 1		8				8			
2-1	АПБШВнг(А)-LS-1	4x95			4		Контейнер ДЭС 0,4 кВ	РУНН-0,4 кВ, ввод 2	30					30			
н1-1	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Шкаф АСУ Vestas SCADA (ввод 3)				26		26			
н1-1.1	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Шкаф АСУ Vestas SCADA (ввод 3)	Шкаф АСУ Vestas PPC (ввод 1)				13		13			
н1-2	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Шкаф АСУ Vestas SCADA (ввод 1)				26		26			
н1-3	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Шкаф ИБП1 (СГЭ)				23		23			
н1-4	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x10			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	ЩАОВ Модуля систем				15		15			
н1-5	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	ЩАОВ Модуля РП-35 кВ				9		9			
н1-6	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	ЩАОВ Модуля АСУ и СГЭ				26		26			
н1-7	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	ЩАОВ Модуля АРМ				27		27			
н1-8	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	ЗВУ 1, Модуль АСУ и СГЭ				24		24			
н1-9	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Освещение шкафов модуля АСУ и СГЭ				73		73			
н1-10	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Освещение панелей КРУЭ-35 кВ				12		12			
н1-11	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Освещение шкафов модуля систем				73		73			
н1-12	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 1 с.ш.	Антиконденсационный обогрев КРУЭ-35 кВ, яч. 1				12		12			
н2-1	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Шкаф АСУ Vestas PPC (ввод 2 резервный)				19		19			
н2-2	ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Шкаф АСУ Vestas SCADA (ввод 2)				26		26			
н2-3	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Шкаф ИБП2 (СГЭ)				24		24			
н2-4	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	ЩСН Модуля систем				15		15			
н2-5	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	ЩСН Модуля РП-35 кВ				9		9			
н2-6	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	ЩСН Модуля АСУ и СГЭ				25		25			
н2-7	ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6			5		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	ЩСН Модуля АРМ				23		23			
н2-8	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ПС Модуля систем				15		15			
н2-9	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ПС Модуля РП-35 кВ				10		10			
н2-10	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ПС Модуля АСУ и СГЭ				22		22			
н2-11	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ПС Модуля АРМ				28		28			
н2-12	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ОС, СКУД Модуля систем				15		15			

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

Марка кабеля	Заводская марка кабеля				Число используемых жил		Направление кабеля		Способ прокладки					Длина, м		Примечание
	По проекту		Фактически						Шифр							
	Тип	Число жил, сечение, мм ²	Тип	Число жил, сечение, мм ²	По проекту	Факт.	Откуда	Куда	001	002-01	003	006		по проекту	фактическая	
н2-13	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ОС, СКУД Модуля РП-35 кВ				10		10		
н2-14	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ОС, СКУД Модуля АСУ и СГЭ				22		22		
н2-15	ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит ОС, СКУД Модуля АРМ				32		32		
н2-16	ВВШнг(А)-LS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Шкаф ЩСН ДЭС	30					30		
н2-17	ВВГнг(А)-LS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	ЗВУ 2, Модуль АСУ и СГЭ				24		24		
н2-18	ВВГнг(А)-LS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Антиконденсационный обогрев КРУЭ-35 кВ, яч .6				18		18		
н2-19	ВВГнг(А)-LS-0,66	3х6			3		Модуль РП-35 кВ, РУНН-0,4 кВ, 2 с.ш.	Щит тепловой защиты трансформатора				15		15		

Сводная спецификация кабеля ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛО3.1.КЖ

Тип	Число и сечение мм2^	Число исп. жил	Количество отрезков	Способ прокладки					Длина кабеля,м		Примечание
				Шифр							
				001	002-01	003	006		по проекту	фактическая	
АПВШВнг(А)-LS-1	4x95	4	2	30	8				38		
ВВШВнг(А)-LS-0,66	3x6	3	1	30					30		
ВВГнг(А)-LS-0,66	5x10	5	1				15		15		
ВВГнг(А)-LS-0,66	5x6	5	9				181		181		
ВВГнг(А)-LS-0,66	3x6	5	13				361		361		
ВВГнг(А)-FRLS-0,66	3x6	3	8				154		154		

Согласовано																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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

Позиция	Наименование и техническая характеристика	Тип, марка, обозначение документа, опросного листа	Код оборудования, изделия, материала	Завод-изготовитель	Единица измерения	Количество	Масса единицы, кг	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.4	Кабель с медными жилами в поливинилхлоридной изоляции, не распространяет горение при групповой прокладке по категории А, с пониженным газо-дымовыделением, огнестойкий	ВВГнг(А)-FRLS 3х6-0,66 кВ			м	154	0,506	
3.5	Кабель с алюминиевыми жилами с изоляцией из пероксидностабилизированного полиэтилена, броней из 2-х стальных оцинкованных лент, защитным шлангом из ПВХ пластика повышенной пожарной опасности, не распространяет горение при групповой прокладке по категории А, с пониженным газо-дымовыделением	АПББШвнг(А)-LS 4х95-1 кВ			м	38	2,925	
3.6	Кабель с медными жилами с изоляцией из пероксидностабилизированного полиэтилена, броней из 2-х стальных оцинкованных лент, защитным шлангом из ПВХ пластика повышенной пожарной опасности, не распространяет горение при групповой прокладке по категории А, с пониженным газо-дымовыделением	ВБШвнг(А)-LS 3х6-0,66 кВ			м	30	2,925	
3.7	Муфта кабельная до 1 кВ, не поддерживающая горение	4ПКТп-1нг-LS 70/120			шт.	4	2	
3.8	Наконечник кабельный	ТМЛ 10			шт.	10	0,02	
3.9	Полиэтиленовая труба ПЭ 80 SDR 17,6-110х6,3 ГОСТ 18599-2001	ПЭ 80 SDR 17,6-110х6,3			м	68		

						ВЭС000107.356.2.1.2-ИЛОЗ.1.СО	Лист
							2
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

Согласовано

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.






	Параметры		Значение параметра (подчеркнуть или поставить значение)			Иные требования
1	Освещение	Рабочее	Нет	Люминисцентное	Светодиодное	
		Аварийное	Нет			Да
		Ремонтное	Нет			Да
		Уличное освещение входов	Нет			Да
2	Вентиляция		Нет			Да
3	Кондиционирование		Нет			Да
4	Обогрев		Нет			Да
5	Система охранно-пожарной сигнализации		Нет	Гранит-4	НВП "Болид"	
6	Высота фундамента, м (см. п.1 прим.)		0,4 0,6 0,8	1,0 1,2 1,4 1,6	1,8 2,0 2,2	
7	Лестницы		Нет	Да	С площадкой	
8	Выкат трансформатора		Нет	Площадка	Рама	
9	Маслоприемник		Нет	20% объема масла	100% объема масла (бак)	
10	Меры безопасности в трансформаторном отсеке		Нет	Барьер	Сетчатые ворота	
11	Система водослива		Нет	Без обогрева	С греющим кабелем	
Температурный режим						
12	- внутри здания		не менее +5С			+18С в ручном режиме
	- средняя температура наиболее холодной пятилетки обеспеченностью 0,92		-26С			
	Снеговой район		Менее IV	IV	V	
13	Сейсмичность баллов		Менее 6 6 7 8 9			
Цветовое решение модуля						
14	Крыша и фронтон		RAL 7032 пепельно-серый		RAL 5005 ярко-синий	RAL 6005
	Стойки		RAL 7032 пепельно-серый		RAL 5005 ярко-синий	RAL 6005
	Рамы основания и потолка		RAL 7032 пепельно-серый		RAL 5005 ярко-синий	RAL 6005
	Рамы дверей и ворот		RAL 7032 пепельно-серый		RAL 5005 ярко-синий	RAL 6005
	Стены (панели)	Наружная сторона	RAL 9003 белый			
		Внутренняя сторона	RAL 9003 белый			
	Потолок (панели)		RAL 9003 белый			
	Лестница (площадка)		RAL 7035 серый			
	Перила		RAL 7035 серый			
	Ограждение цоколя		RAL 7035 серый			
15	Дополнительные требования:					
	Козырьки на двери		Нет		Да	
	Добавочки на двери		Нет		Да	
	Устройство фиксации двери в открытом положении		Нет		Да	
	Ограждение фундамента		Нет	Сетчатое ограждение	Профлист	
Дополнительно: Наличие молниеприемной сетки с токоотводами на кровле МУ для защиты от ПУМ.						

Климатические условия

Поз.	Наименование параметра	Ед. изм.	Требуемое значение
1	Среднегодовая температура воздуха	°C	плюс 5,8
2	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченность 0,89	°C	минус 29
3	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченность 0,92	°C	минус 26
4	Средняя температура наиболее холодного месяца	°C	минус 11,7 (январь)
5	Средняя максимальная температура атмосферного воздуха наиболее теплого месяца	°C	плюс 22,7 (июль)

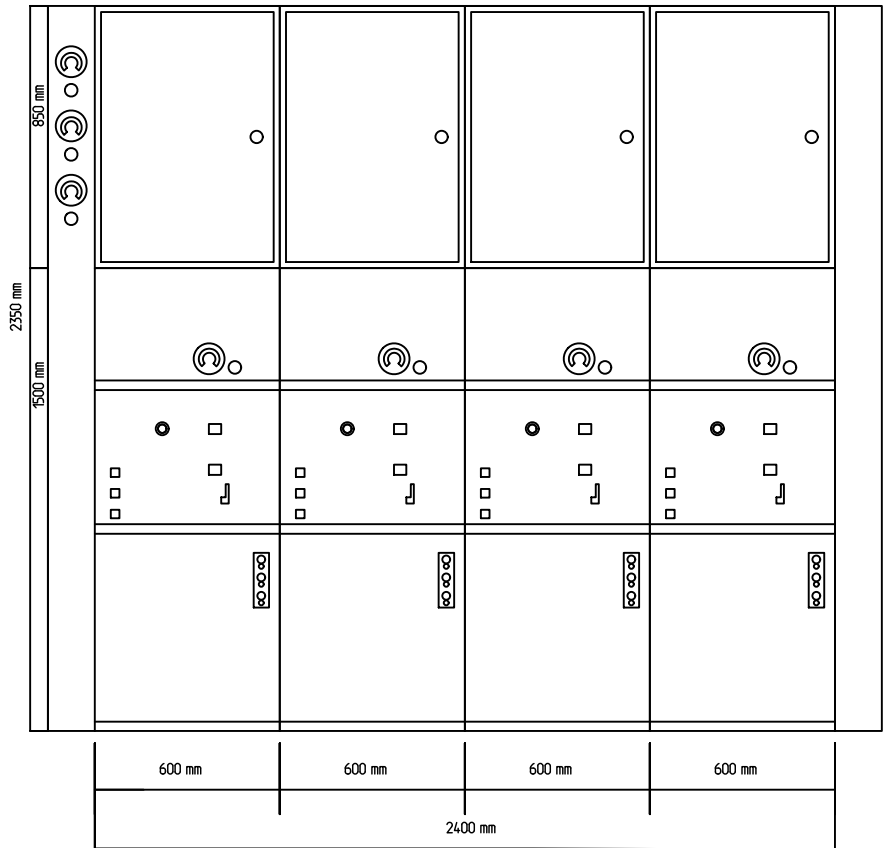
Примечания:

1. Лестницы или площадки входят в комплект поставки. Высота фундамента (высота свободного пространства между монолитной опорной плитой и низом МУ) – 1,2 м;
2. Цвет панелей, установленных в створах дверей и ворот, соответствует цвету стеновых панелей;
3. Не указанные типы оборудования инженерных сетей МЗ, будут применены в соответствии с типовым решением завода;
4. Контур заземления выполняется полосой 5х50, цвет зелено-желтый. К внешнему контуру выход не менее чем в 2х местах через гильзу из трубы.
5. СКУД и ОПС выполнен на базе приборов НВП "Болид", общие требования к системам ПС (СОУЭ), ОС и СКУД приведены в приложении А1.
6. Система отопления – электроконвекторы. Управление – с автоматическим поддержанием температуры не ниже +5С, с возможностью повышения температуры до +18С на период ремонтных работ, в зимний период.
7. В помещении трансформатора вентиляция естественная через жалюзи лабиринтного типа. В помещениях с АРМ, с СГЗ и помещении систем вытяжная вентиляция с механическим побуждением осевыми вентиляторами ВО с гравитационными жалюзи. Приточная вентиляция с естественным побуждением воздушными клапанами с электроприводом.
- Для теплого периода предусмотрено кондиционирование сплит-системами для помещения с АРМ, помещения с СГЗ и помещения систем (тип не подобран). Управление – с автоматическим поддержанием температуры не выше +30С. Тепловыделения от оборудования в помещении СГЗ составляют 1800 Вт. Тепловыделения от оборудования в помещении систем составляют 4000 Вт. Тепловыделения от оборудования в помещении АРМ составляют 4800 Вт. Тепловыделения от оборудования в помещении РП-35 кВ составляют 3150 Вт. Тепловыделения от оборудования в помещении РУСН-0,4 кВ составляют 1200 Вт. Тепловыделения от оборудования в помещении ТСН составляют 2915 Вт. В автоматизации работ систем вентиляции предусмотрено:
- ручное отключение/включение систем вентиляции;
- автоматическое управление от датчиков температуры;
- отключение при пожаре всех систем вентиляции и кондиционирования от ОПС.
8. За воротами в трансформаторном отсеке должен стоять съемный барьер.
9. Возможность передачи данных в АСУТ по Ethernet и протоколу МЭК 60870-5-104:
- сигналы ОПС;
- температуру в здании;
- неисправность ОПС;
- неисправность обогрева;
- неисправность вентиляции;
- неисправность кондиционирования;
- аварийный сигнал устройств защиты в РУСН-0,4 кВ;
- сигнал ручного/автоматического режима работы РУСН-0,4 кВ;
- сигнал состояния логики авт. управления РУСН-0,4 кВ ВКЛ/ОТКЛ;
- авария РУСН-0,4 кВ (обобщенный);
- положение вводных выключателей;
- положение секционного выключателя;
- положение ключей.
10. Выполнить под шкафами АИИС КУЭ, АСУ ТП, связи, РАС, ЦСТИ, КСБ, СГЭ, навесными щитами ЦСН отверстия для вывода кабеля вниз.
11. В Модулях с электроприводным оборудованием предусмотреть ГЗШ для заземления.
12. В комплекте поставки входят кабельные конструкции для прокладки кабелей под МУ ВЭС.
13. Учесть требования о поставке средств индивидуальной защиты, требуемых в соответствии с НПА для оперативного персонала.

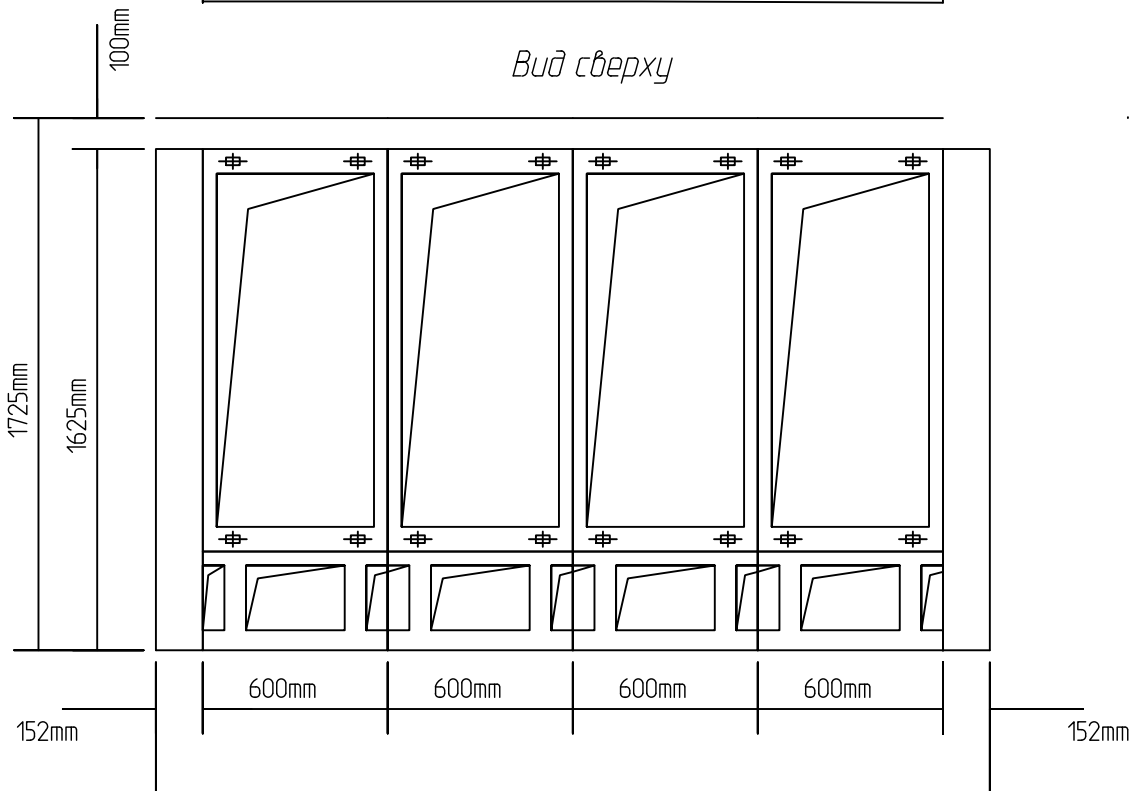
						Приложение А					
						ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата						
Разраб.	Егоров				19.02.21	"Покровская ВЭС, Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).			Стадия	Лист	Листов
Проверил	Вершинин				19.02.21				П	1	11
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21						
ГИП	Бондарчук				19.02.21	Опросный лист на МУ ВЭС			ООО "ЕРСМ Сибдир"		
Н. контр.	Пирогова				19.02.21						
Утв.											

Согласовано		Взам. инв. №		Подпись и дата		Инв. № подл.	

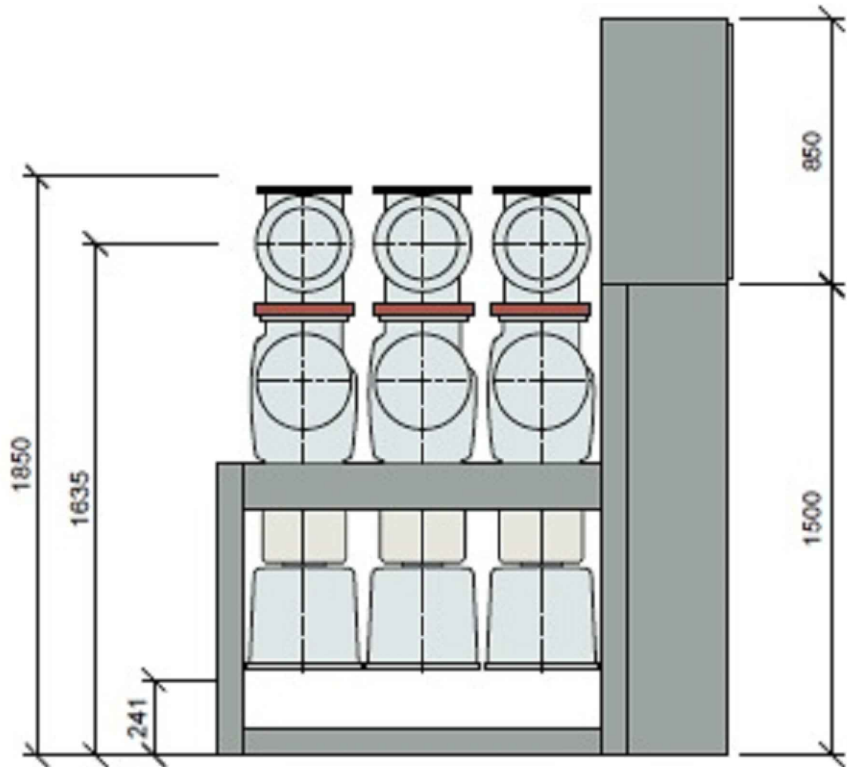
Вид спереди



Вид сверху



Вид сбоку








						Приложение А		
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Внешний вид РУ-35кВ на базе КРУЭ 8ДА	Стадия	Лист
Разраб.	Егоров				19.02.21		П	2
Проверил	Вершинин				19.02.21			11
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21			
ГИП	Бондарчук				19.02.21			
Н. контр.	Пирогова				19.02.21	ООО "ЕРСМ Сибдари"		
Утв.						Формат А3		

[illegible]

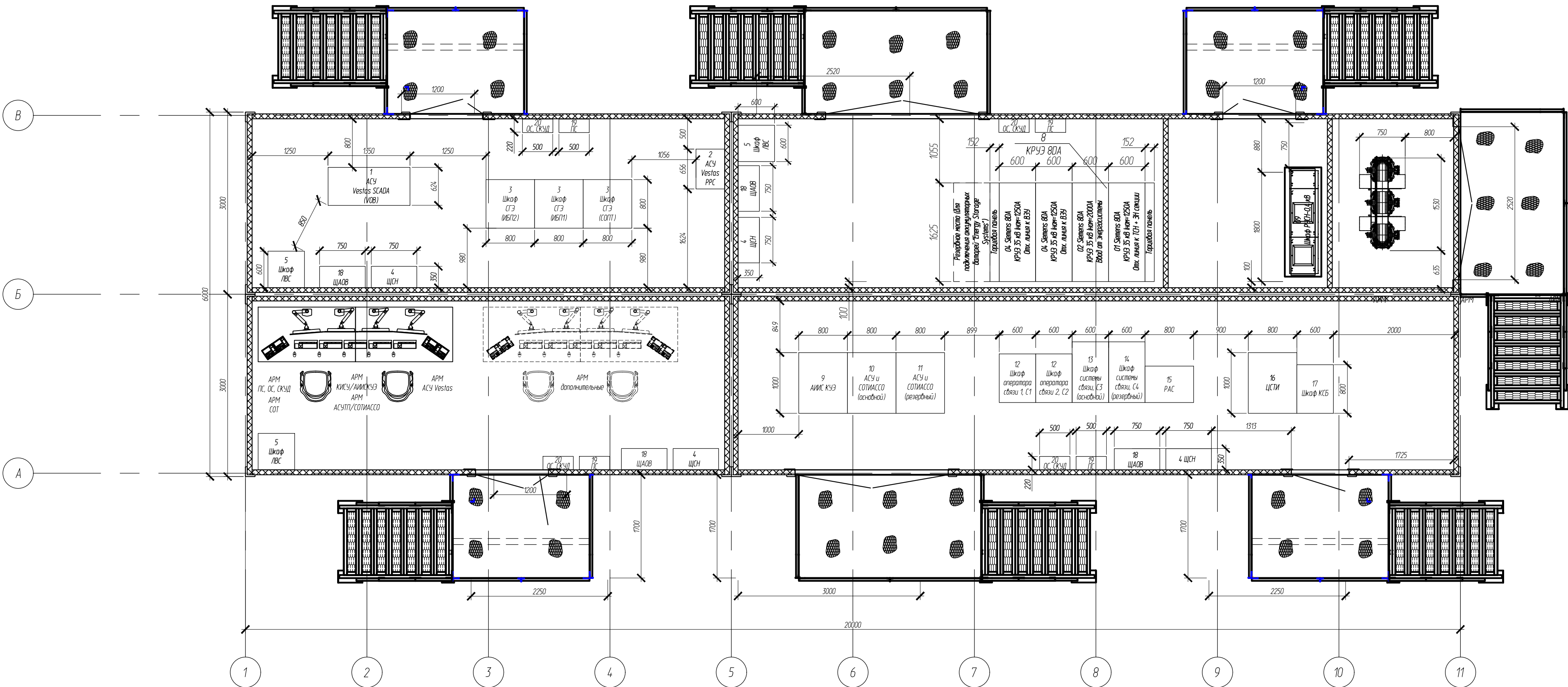
№	Наименование	Обозначение
1	Сейсмостойкость согласно ГОСТ 17516.1	6
2	Климатическое исполнение	УЗ
3	Степень защиты токоведущих частей	IP65
4	Комплект поставки, кол-во ячеек 80А	6
5	Программное обеспечение для РЗиА	Да
6	Параметрирование устройств РЗиА	Нет
7	Программное обеспечение для счетчиков	Нет
8	Цвет	RAL 7047 (серый)
9	Количество комплектов технических документов	1
10	Время протекания тока короткого замыкания (пока термической стойкости)	не менее 1 секунды

1. Однолинейная схема РУ-35кВ изображена со стороны фасада.
2. РУ-35кВ на базе КРУЭ типа 8DA Siemens.
3. ОПН входят в комплект поставки оборудования.
4. Организация цепей питания освещения ~220В, обогрева ~220В осуществляется от щита РУСН-0,4 кВ. Организация гарантированного питания постоянным оперативным током =220В микропроцессорных блоков релейной защиты предусмотрена от шкафа СОПТ (системы оперативного постоянного тока), предусматривается в томе ВЗСО00107.356.2.12-ИТО3.2.
5. Сигналы телемеханики (АСУ ТП) вывести на отдельные клеммники в низковольтном отсеке РУ-35кВ.
6. Классы точности, мощности обмоток и коэффициенты безопасности вторичных обмоток трансформаторов тока уточняются на этапе рабочего проектирования.
7. Оборудовать помещение КРУЭ в составе МУ ВЭС датчиком контроля утечки элегаза, действующим на механическую вентиляцию периодического действия для удаления элегаза.
8. В релейном отсеке яч.1 (ОЛ к ТСН+ЗЩС) предусмотреть место для установки реле Термодат 1М371.

						Приложение А			
						ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разработ.	Егоров				19.02.21	"Токровская ВЭС. Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2: "Токровская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).	Страница	Лист	Листов
Проверил	Вершинин				19.02.21		П	3	11
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21				
ГИП	Бондарчук				19.02.21	Опросный лист РЧ-35кВ на базе КРУЭ 80А	ООО "ЕРСМ Сибири"		
Н. контр.	Литогова				19.02.21				
Утв.									

Экспликация помещений

№ помещения	Наименование помещения	Площадь, м²	Кол. пом.
1	Модуль АСУ и ЦЭ	21,63	В4
2	Модуль РП-35 кВ	32,75	В4
3	Модуль систем	32,75	В4
4	Модуль МУ	21,63	В4



Примечания

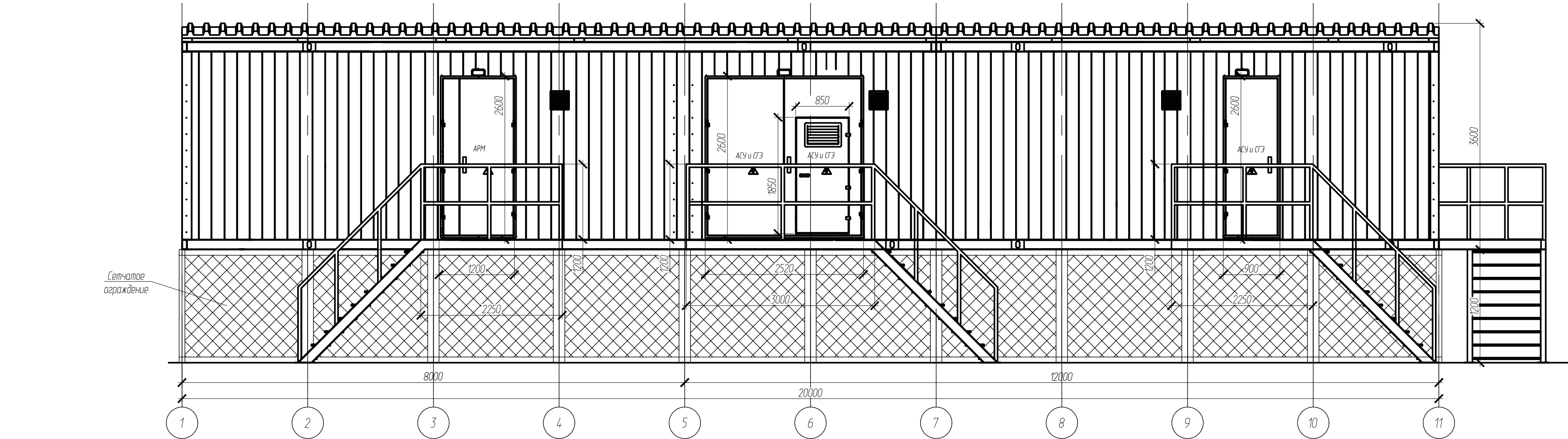
- Расстановка навесного и шкафного оборудования носит условный характер. На этапе изготовления и проработки конструкторской документации завод-производитель может вносить корректировки по установке оборудования, не влияющие на изменение технических характеристик МУ.
- Габаритные размеры технологических отверстий для ввода кабельных линий определяются на стадии разработки РД.
- Габаритные размеры ШСН, СКУД, ПС, ЩАОВ, РУСН-0,4 кВ уточняются при разработке конструкторской документации.
- Пакетирование оборудования (согласно спецификации) производится заводом-изготовителем по схемам, предоставленным Проектной организацией.
- Кабельные конструкции для прокладки кабеля в МУ ВЭС входят в комплект поставки, место установки уточняется при разработке конструкторской документации.
- Крыша всего здания двухскатная, транспортируется отдельным грузовым местом. Показана условно. Точный конструктив будет определен при разработке КД.
- Высота помещений от пола до потолка 3000 мм.
- Системы окраски металлических конструкций БМЗ - грунт Тетрапент ЕЕ (40...60 мкм)/ ВКФ-093 (18-24 мкм); - алкидная краска Tetralas FDSO (40...60 мкм).
- Площадки обслуживания применены для высоты фундамента Н=1,2 м.
- Количество и расположение стоек определяет проектная организация, осуществляющая приездку объекта.
- Крепление блочно-модульного здания к фундаменту производится при помощи сварки.
- Максимальная вертикальная нагрузка от блока на фундамент - равномерно распределенная и составляет q=1000 кг/м.

Приложение А

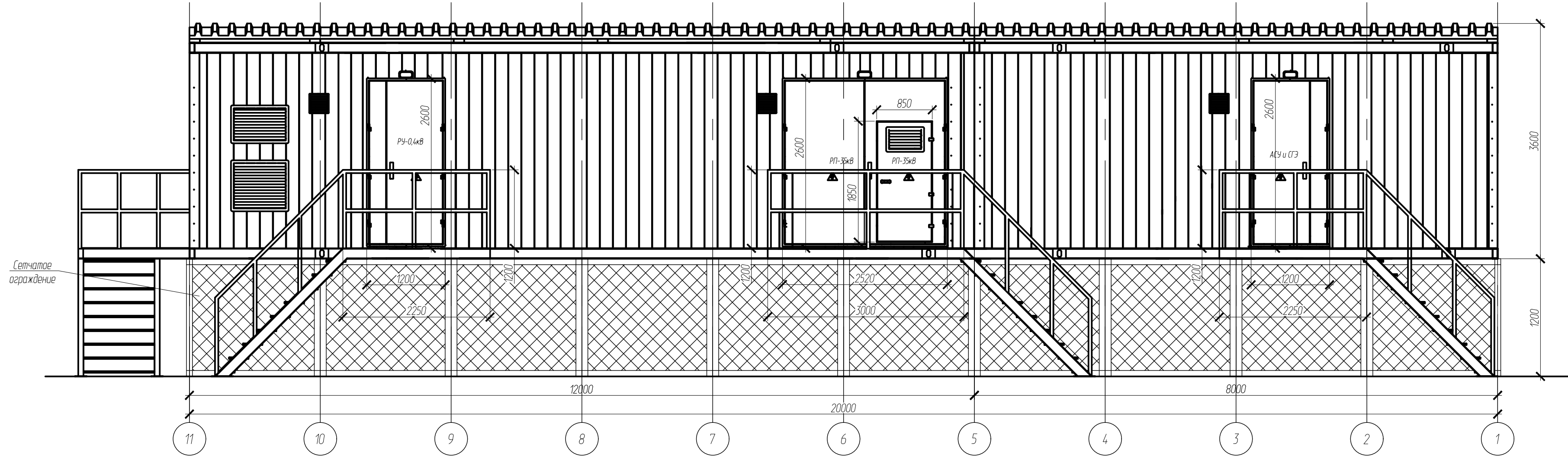
ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Исполнитель	Лист	Листов
Разраб.	Егорова	19.02.21				Вершинин	П	4
Проверил	Вершинин	19.02.21						
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21						
ГИП	Бондарчук	19.02.21						
Н. контр.	Пирогова	19.02.21				План расположения оборудования		
Утв.								

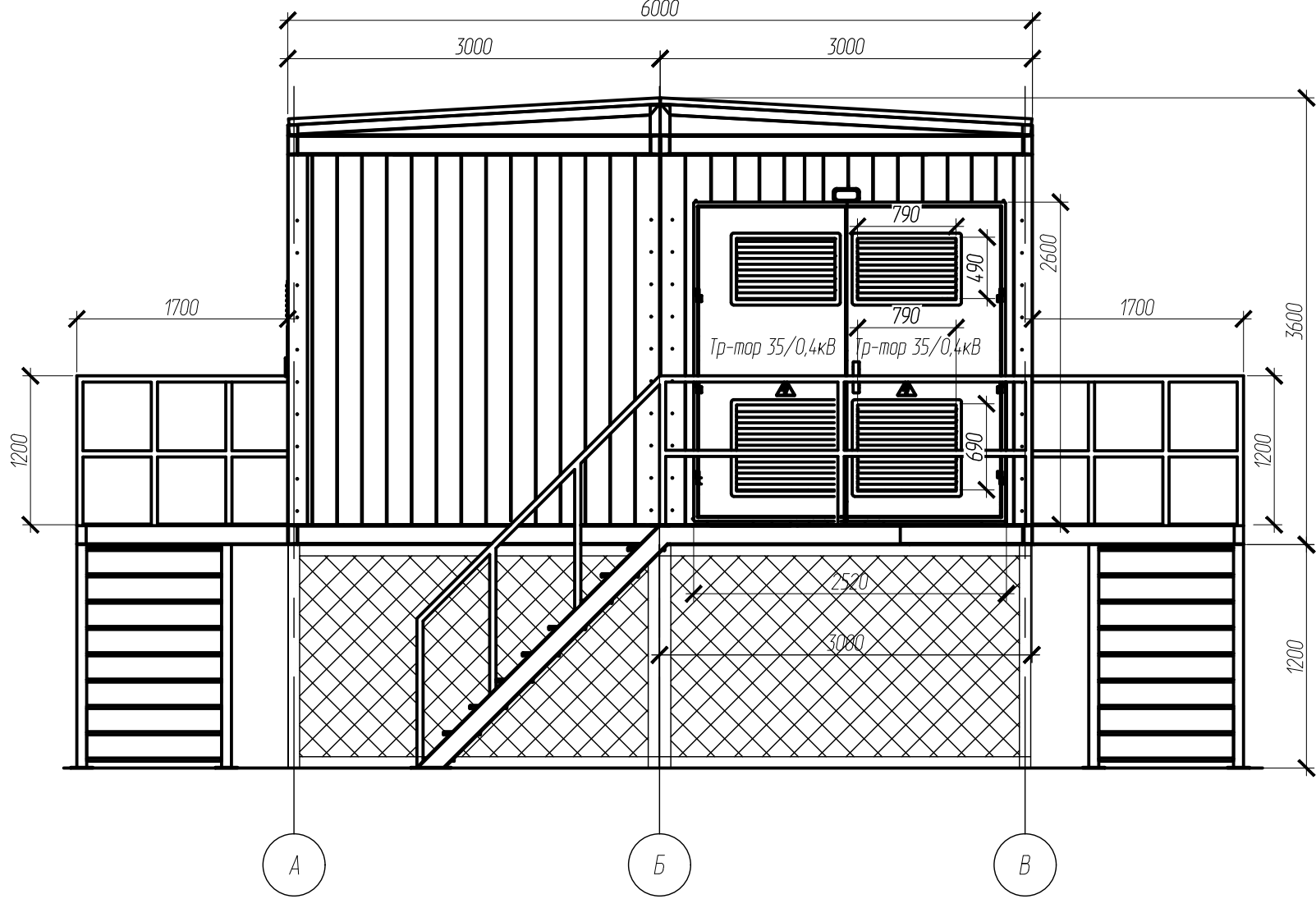
Фасад 1-11
(1:50)








Фасад 11-1
(1:50)

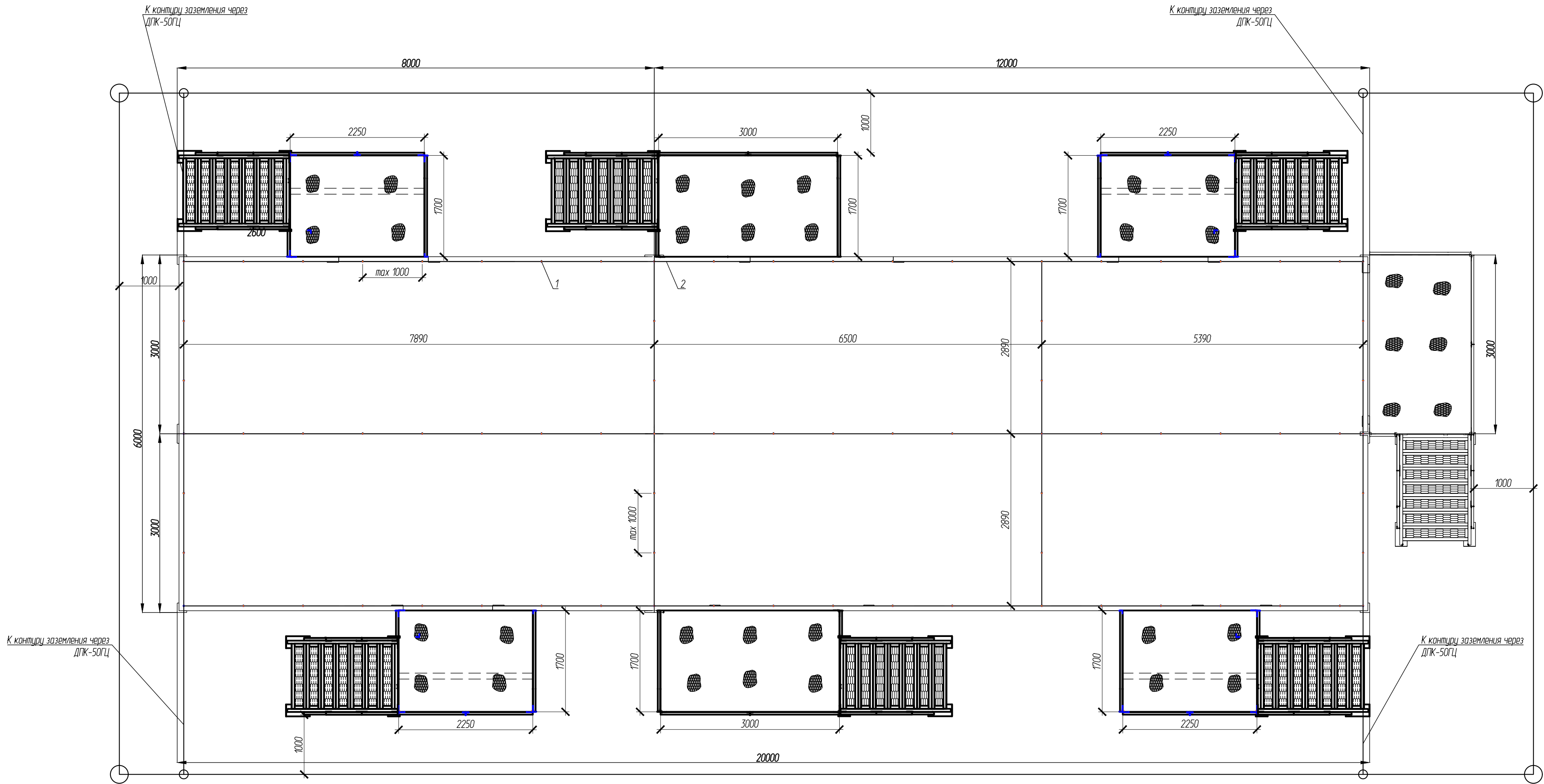


Фасад А-В
(1:50)



						Приложение А					
						ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Ветропарковая станция, выключательные автоматические двигатели, Этап 2 "Ветропарковая ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).	Стация	Лист	Листов		
Разраб.		Егоров			19.02.21						
Проверил		Вершинин			19.02.21						
Нач. отд.		Вершинин			19.02.21		П	4	11		
ГИП		Бондарчук			19.02.21						
И. контр.		Пирогова			19.02.21	Фасады	ООО "ЕРСМ Сибири"				
Утв.											

Согласовано					
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №
Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №	Взам. инв. №
Листов	Листов	Листов	Листов	Листов	Листов
Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №	Изд. №

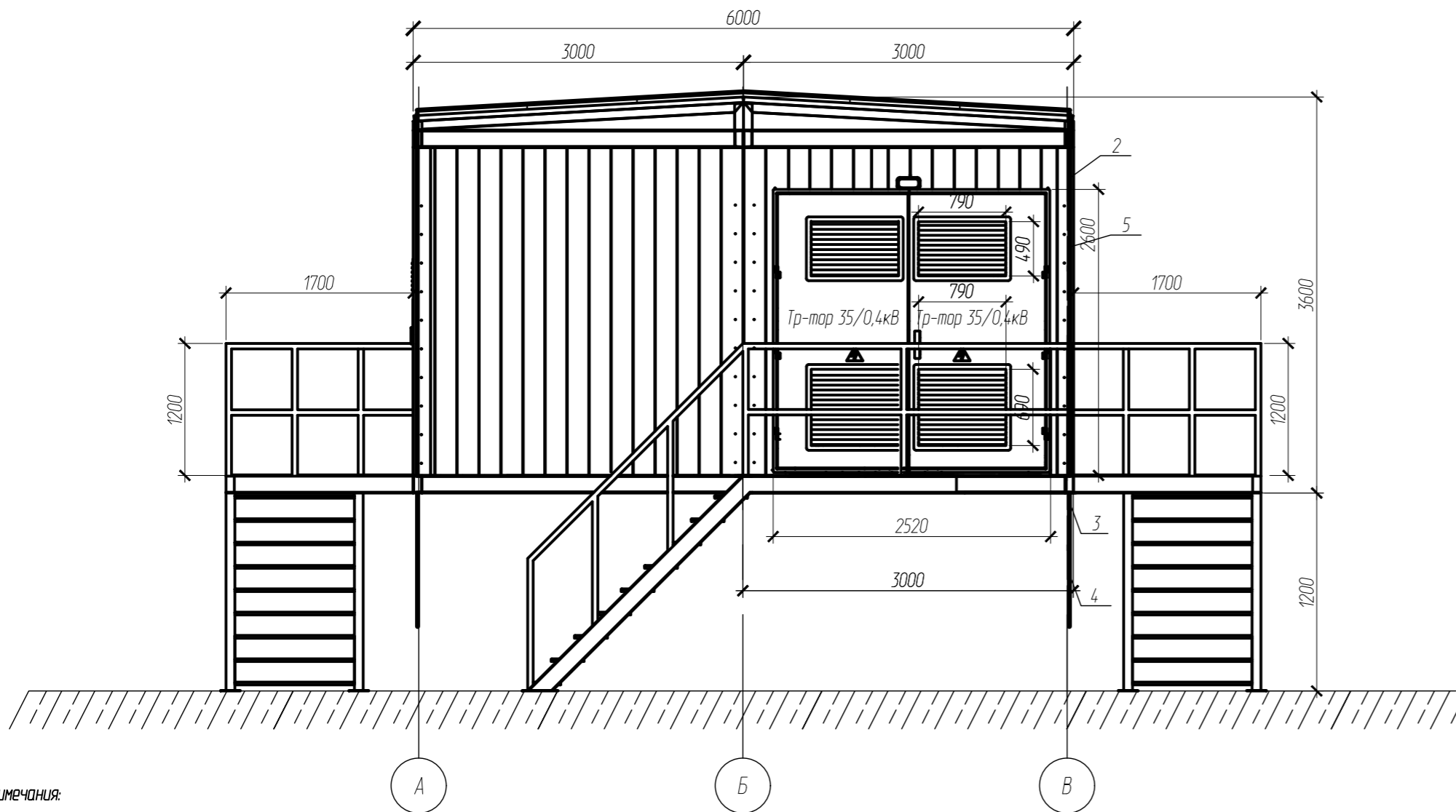
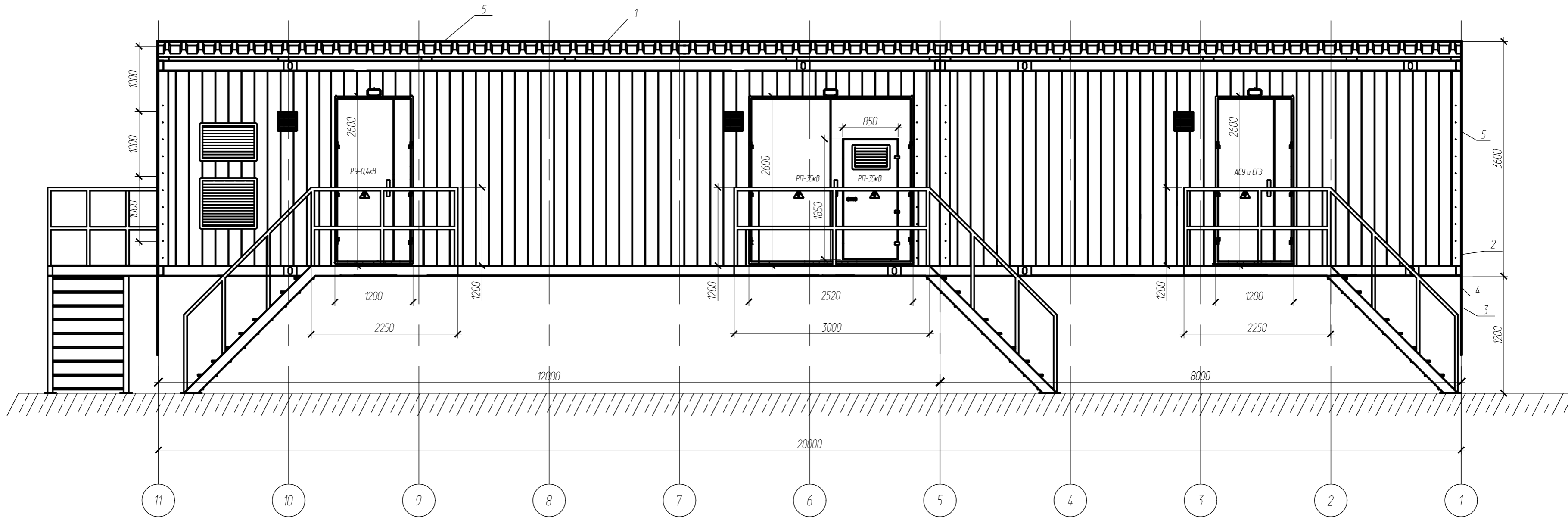


Примечания

- 1 В соответствии с требованиями РД 34-21122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" модуль управления подлежит защите от прямых ударов молнии. Защита от прямых ударов молнии обеспечена молниеприемной сеткой, расположенной на крыше здания по периметру каждого модуля.
- 2 Внутренний контур заземления модуля управления и молниеприемная сетка являются комплектными и соединяются с наружным контуром заземления в четырех местах через молниеотводы (круг стальной ϕ -8мм).

Поз.	Наименование
1	Держатель ДПК-100ПЦ
2	Круг стальной оцинкованный ϕ 8

Приложение А					
ООО "Дебятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработ	Егоров	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
Лит.	Бондарчук	19.02.21			
И. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги, Этап 2, Покровская ВЭС, Модуль управления ВЭС (МЭ ВЭС).				Стация	Лист
Схема молниеотвода				П	5
				Листов	11
				ООО "ЕРСМ Сибири"	



Примечания:

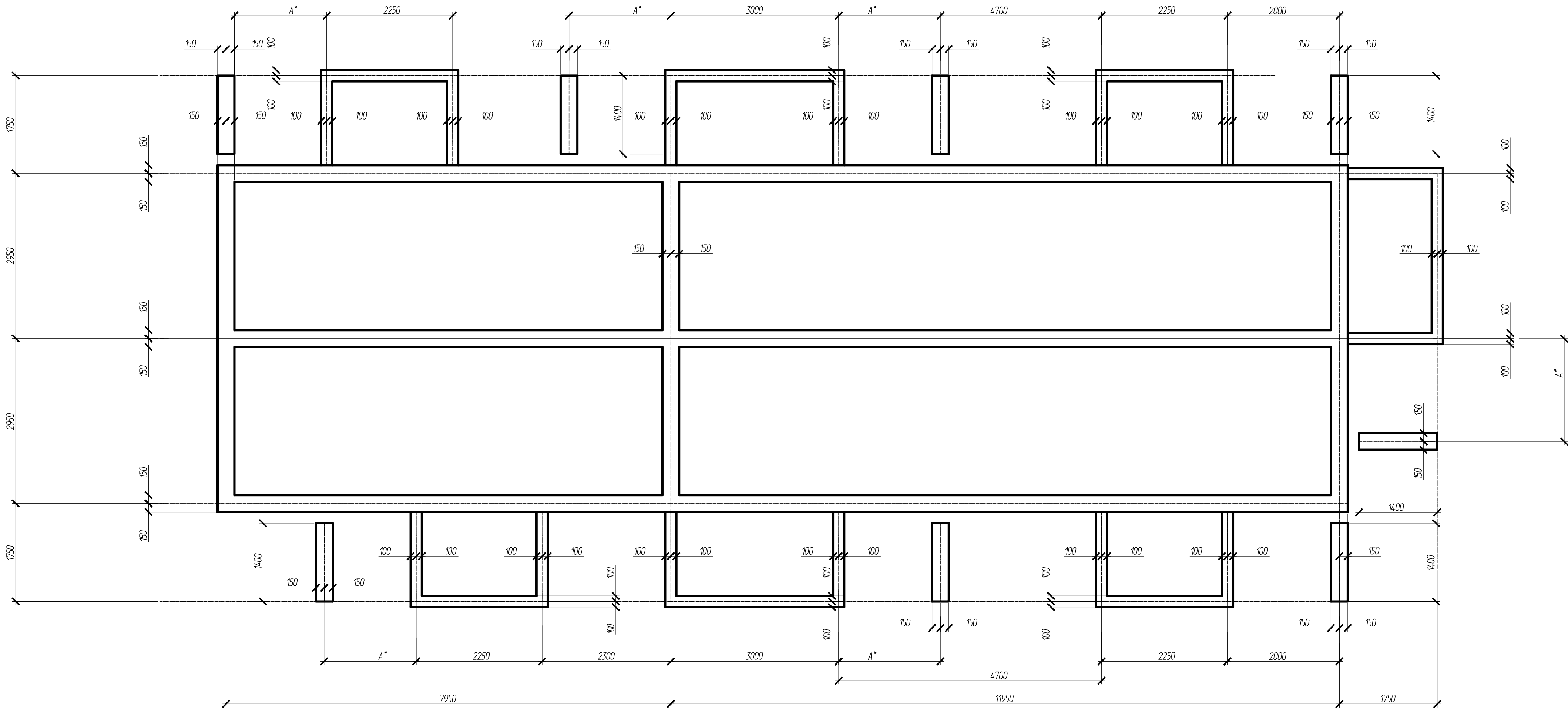
В соответствии с требованиями РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" модуль управления подлежит защите от прямых ударов молнии. Защита от прямых ударов молнии обеспечена молниеприемной сеткой располагаемой на крыше здания по периметру каждого модуля.

Внутренний контур заземления модуля управления и молниеприемная сетка являются комплектными и соединяются с наружным контуром заземления в четырех местах через молниеотводы (круг стальной d=8мм).






Поз.	Наименование
1	Держатель ДПК-100Гц
2	Держатель ДПК-50Гц
3	Держатель ДПУ-30Гц
4	Держатель ДП-45Гц
5	Круг стальной оцинкованный Ø8

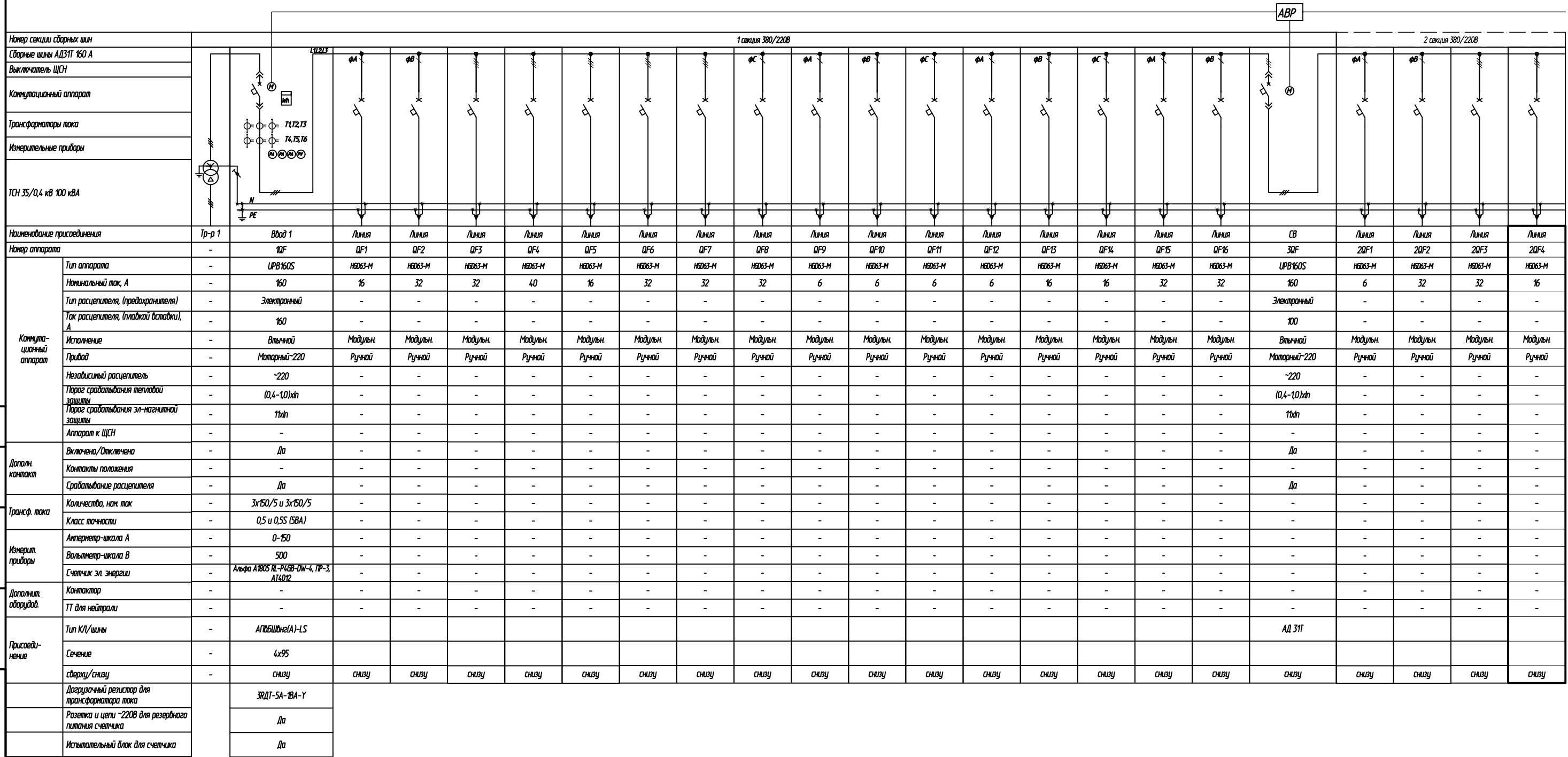
Приложение А					
ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"					
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Егоров	19.02.21			
Проверил	Вершинин	19.02.21			
Нач. отд.	Вершинин	19.02.21			
ГИП	Бондарчук	19.02.21			
Н. контр.	Пирогова	19.02.21			
Утв.					
"Покровская ВЭС Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).				Стадия	Лист
Схема молниеотвода				П	6
				Листов	11
				ООО "ЕРСМ Сибири"	

Изд. № табл.	Подпись и дата		Взам. инв. №	Согласовано		








Примечания:
1 Растверг под модульное здание – сплошное металлическое основание. Рама основания каждого модуля прикручивается к раствергу.
2 Размер А* до низа лестницы равен высоте установки здания от уровня планировки.
3 Растверг под основание лестницы выполнить на уровне планировки.

						Приложение А		
						ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"		
Изм	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		Стация	Лист
Разраб.	Егоров				19.02.21	"Покровская ВЭС Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).		Листов
Проверил	Вершинин				19.02.21		П	8
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21			11
ЛП	Бондарчук				19.02.21			
И контр.	Пирогова				19.02.21	Опорная рама здания	ООО "ЕРСМ Сибири"	
Утв.								



Примечания:

1. Счетчик энергии на входе устанавливается на фасаде РУСН-0,4 кВ.
2. Шкаф РУСН-0,4 кВ входит в комплект поставки модуля управления ВЭС.
3. ЗВГ шкафа РУСН-0,4 кВ нормально включен.
4. Отключающая способность автоматических выключателей при КЗ, не менее 6 кА.
5. Чертеж не является основанием для нарезки кабелей.
6. Кабели нарезаются по фактически проложенной трассе.
7. Питание электроприемников выполняется от сети 400/230 В с системой заземления TN-S.
8. Количество ОЛ и параметры АВ на ОЛ могут быть уточнены на стадии Рабочая документация.
9. Структурную схему алгоритма работы блока АВР, Структурную схему алгоритма работы блока управления АВР при КЗ на 1СШ, Структурную схему алгоритма работы блока управления АВР при КЗ на 2СШ смотреть на листе 11 Опросного листа СН-0,4 кВ

						Приложение А			
						ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"			
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата				
Разраб.	Егоров				19.02.21	"Покровская ВЭС. Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).	Страница	Лист	Листов
Проверил	Вершинин				19.02.21		П	9	11
Нач. отд.	Вершинин				19.02.21				
ГИП	Бондарчук				19.02.21	Опросный лист РЧНН-0,4кВ (начало)	ООО "ЕРСМ Сибири"		
Н. контр.	Пирогова				19.02.21				
Утв.									

Согласовано

Взам. инб. №

Подпись и дата

Инб. № подл.

Номер секции сборных шин		2 секция 380/220В																				
Сборные шины АДЗ1Т 160 А																						
Выключатель ЩСН																						
Коммутационный аппарат																						
Трансформаторы тока																						
Измерительные приборы																						
ДЭС 0,4 кВ 100 кВА 80 кВт																						
Наименование присоединения		Ввод 2																			ДЭС 0,4 кВ 100 кВА 80 кВт	
Номер аппарата		20F																			20F	
Коммутационный аппарат	Тип аппарата	УРБ160С																			-	
	Номинальный ток, А	160																			-	
	Тип расцепителя, (предохранителя)	Электронный																			-	
	Ток расцепителя, (плавкой вставки), А	160																			-	
	Исполнение	Втычной																			-	
	Прибор	Моторный-220																			-	
	Независимый расцепитель	~220																			-	
	Порог срабатывания тепловой защиты	(0,4-1,0)хIn																			-	
	Порог срабатывания эл-магнитной защиты	1хIn																			-	
Аппарат к ЩСН		-																			-	
Дополн. контакт	Включено/Отключено	Да																			-	
	Контакты положения	-																			-	
	Срабатывание расцепителя	Да																			-	
Трансф. тока	Количество, ном. ток	3х150/5 и 3х150/5																			-	
	Класс точности	0,5 и 0,5S																			-	
Измерит. приборы	Амперметр-шкала А	0-150																			-	
	Вольтметр-шкала В	500																			-	
	Счетчик эл. энергии	Альфа А1805 RL-R16B-DW-4, ТР-3, А14012																			-	
Дополнит. оборудов.	Контактор	-																			-	
	ТТ для нейтрали	-																			-	
Присоединение	Тип КЛ/шины	АГБ5Шнг2(А)-LS																			-	
	Сечение	4х95																			-	
	сверху/снизу	снизу																			-	
Дополнительный резистор для трансформатора тока		3РДТ-5А-78А-У																				
Розетка и цепи ~220В для резервного питания счетчика		Да																				
Испытательный блок для счетчика		Да																				

Примечания:

1. Счетчик эл.энергии на вводе устанавливаются на фасаде РУСН-0,4 кВ.

2. Шкаф РУСН-0,4 кВ входит в комплект поставки модуля управления ВЭС.

3. 20F шкафа РУСН-0,4 кВ нормально включен.

4. Отключающая способность автоматических выключателей при КЗ, не менее 6 кА.

5. Чертеж не является основанием для нарезки кабелей.

6. Кабели нарезаются по фактически проложенной трассе.

7. Питание электроприемников выполнить от сети 400/230 В с системой заземления TN-S.

8. Количество ОП и параметры АВ на ОП могут быть уточнены на стадии Рабочая документация.

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Егоров			19.02.21
Проверил		Вершинин			19.02.21
Нач. отд.		Вершинин			19.02.21
ГИП		Бондарчук			19.02.21
Н. контр.		Пирогова			19.02.21
Утв.					

Приложение А

ООО "Десятый Ветропарк ФРВ"

"Покровская ВЭС.
Ветропарная электрическая станция, внутримплощадочные
автоматические дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС".
Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).

Стадия

Лист

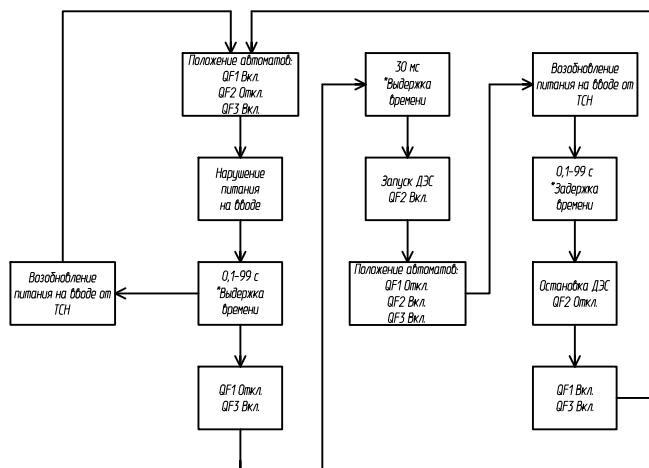
Листов

Опросный лист РУСН-0,4кВ
(окончание)

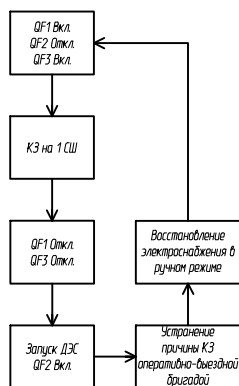
ООО "ЕРСМ Сибдир"

Формат А3

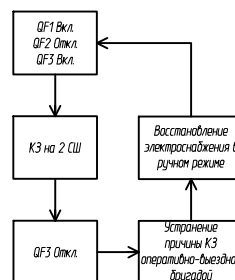
Структурная схема алгоритма работы блока управления АВР
(* - все уставки АВР будут заданы в РД)



Структурная схема алгоритма работы блока управления АВР при КЗ на 1 СШ



Структурная схема алгоритма работы блока управления АВР при КЗ на 2 СШ



Согласовано																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Опросный лист на сухой трансформатор тсл 100/35/0,4; у3; D/YN-11

Поз.	Характеристика	Ед. изм.	Значение
1	Номинальная мощность	кВА	100
2	Номинальное напряжение ВН	кВ	35
3	Регулирование напряжения ВН	-	ПБВ ±2х2,5%
4	Номинальное напряжение НН	кВ	0,4
5	Частота питающей сети	Гц	50
6	Схема и группа соединений	-	D/YN-11
7	Вид системы охлаждения	-	Воздушная, естественная
8	Материал обмоток	-	Алюминий
9	Климатическое исполнение и категория размещения	-	У3
10	Температура окружающей среды	-	-45°С...+40°С
11	Высота установки над уровнем моря	м	≤ 1000
12	Потери холостого хода (Рхх)	Вт	*
13	Потери короткого замыкания при 115°С (Ркз.)	Вт	*
14	Ток холостого хода (Iх.х.)	%	*
15	Напряжение короткого замыкания (Uк)	%	6,0
16	Уровень звукового давления LpA	-	*
17	Класс изоляции проводников ВН / НН	-	36/70/170 кВ / 1,1/3/- кВ
18	Класс пожаробезопасности / экологической безопасности	-	F1 / E2
19	Класс нагревостойкости изоляции обмоток (по ГОСТ Р 52719-2007)	-	F
20	Сейсмостойкость по шкале MSK-64	-	6 баллов
21	Степень защиты	-	IP00 (без защитного кожуха)
22	Исполнение выводов ВН	-	Кабелем сверху
23	Исполнение выводов НН	-	Кабелем сверху
24	Габаритные размеры: ДхШхВ	мм	*
25	Колея	мм	*
26	Вес	кг	*
27	Термодат 11МЭТ1, комплект тепловых датчиков РТ100 (3 шт.)- передача сигнала на отключение выключателя РУВН в виде одного замыкающего "сухого" контакта. Щит тепловой защиты располагается в помещении РУСН-0,4 кВ	-	Да
28	Катки для перемещения трансформатора	-	Да
29	Зажим заземления (М12)	-	Да

Примечание - Параметры отмеченные "*" определяет завод-изготовитель

Согласовано							Приложение А			
Взам. инв. №							ООО "Девятый Ветропарк ФРВ"			
Подпись и дата							<div> <div>Изм.</div> <div>Кол. уч.</div> <div>Лист</div> <div>№ док.</div> <div>Подпись</div> <div>Дата</div> </div> <div> <div>Разраб.</div> <div>Егоров</div> <div></div> <div>19.02.21</div> </div> <div> <div>Проверил</div> <div>Вершинин</div> <div></div> <div>19.02.21</div> </div> <div> <div>Нач. отд.</div> <div>Вершинин</div> <div></div> <div>19.02.21</div> </div> <div> <div>ГИП</div> <div>Бондарчук</div> <div></div> <div>19.02.21</div> </div> <div> <div>Н. контр.</div> <div>Пирогова</div> <div></div> <div>19.02.21</div> </div> <div> <div>Утв.</div> <div></div> <div></div> <div></div> </div>			
Инв. № подл.							<div> <div>Ветропая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Покровская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС).</div> <div>Опросный лист на сухой трансформатор ТСЛ 100/35/0,4; У3; D/YN-11</div> </div> <div> <div>Стадия</div> <div>Лист</div> <div>Листов</div> </div> <div> <div>Р</div> <div></div> <div>1</div> </div> <div> <div>ООО "ЕРСМ Сибдир"</div> </div>			