



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 «ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ ВЕТРОПАРК ФРВ»

«Гражданская ВЭС».

«Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги».

Этап 2. «Гражданская 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»

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

| Изм. | № док. | Подп. | Дата |
|------|--------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

ООО «ЕРСМСибири»

Заказчик – ООО «ЧЕТЫРНАДЦАТЫЙ ВЕТРОПАРК ФРВ»

«Гражданская ВЭС».

«Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги».

Этап 2. «Гражданская 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»

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

| Изм. | № док. | Подп. | Дата |
|------|--------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Технический директор

А.А. Лушников

Главный инженер проекта

Бондарчук А.Н.



2021

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

| | | | |
|----|--|--|---|
| | | | 3 |
| 55 | Схема электрическая СН-0,4 кВ МУ Гражданская ВЭС | | |
| 56 | Расчет нагрузки СН МУ ВЭС | | |
| 57 | План расположения оборудования в МУ Гражданская ВЭС | | |
| 58 | Фасады модуля управления | | |
| 59 | План раскладки кабелей системы СН-0,4 кВ в здании МУ Гражданская ВЭС | | |
| 60 | План заземления МУ Гражданская 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. | |

| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|------------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-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. | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1-СГИ | |
| | | | | | | | |
| | 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 | | |
| «Гражданская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги». Этап 2. «И Гражданская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). Электротехнические решения. Справка главного инженера | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

1 Общая часть

1.1 Основания для разработки проектной документации

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

- Договор подряда на выполнение проектно-изыскательских работ №243/2020-ВФРВ от 22.12.2020г.

- Техническое задание на выполнение проектно-изыскательских работ по Объекту «Гражданская ВЭС» располагаемого на территории Красноармейского муниципального района Самарской области.






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

В настоящей части проектной документации рассмотрены электротехнические решения II этапа строительства «Гражданская ВЭС» максимальной мощностью 100,1 МВт, располагается на территории Красноармейского муниципального района Самарской области в составе:

- модуль управления ВЭС;
- кабельные линии 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 ВЭС000107.356.1.1.2-ТКР «Кабельные сети».

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--|---|---------|-----------|-------|---|----------|---|--|--|
| Взам. инв. № | | Административный участок проектируемой ВЭС расположен на территории Красноармейского муниципального района Самарской области. | | | | | | | | |
| | | Решения по КЛ 35 кВ приведены в томе ВЭС000107.356.1.1.2-ТКР «Кабельные сети». | | | | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | | | | | | |
| | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | | | | | |
| Изм. № подл. | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док | Подп. | Дата | <div>«Гражданская ВЭС». «Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги». Этап 2. «И Гражданская ВЭС»: Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). Электротехнические решения.</div> <div> EPSCM Сибирь Engineering Procurement Construction Management</div> | | |
| | | ГИП | | Бондарчук | |  | 19.02.21 | | | |
| | | Н.контр. | | Пирогова | |  | 19.02.21 | | | |
| | | Нач. отд. | | | | | | | | |
| | | Пров. | | Вершинин | |  | 19.02.21 | | | |
| | | Разраб. | | Егоров | |  | 19.02.21 | | | |

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 ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.07 данного тома.

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

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-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 Гражданская 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 ВЭС000107.356.1.1.2-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. | | | | | | | Лист | |
| | | | | | | | | | | 4 |
| | | | | | | | | | | |
| <div>- номинальная мощность 100 кВА;</div> <div>- напряжение ~400/230 В;</div> <div>- исполнение в утепленном блок-контейнере типа "СЕВЕР"</div> <div>- 2-я степень автоматизации в соответствии с ГОСТ 33105-2014.</div> <div>- бак запаса топлива ДЭС рассчитан на 24 часа непрерывной работы при автономной работе на расчетной нагрузке без дозаправки.</div> <div>- возможность запуска на полную нагрузку СН (≈ 80 кВА).</div> <div>- установка на двухосном прицепе.</div> | | | | | | | | | | |
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | | |

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

В случае возникновения аварийного режима во внешней сети и исчезновения внешнего питания, электроснабжение выполняется при помощи дизель-генераторной установки 0,4 кВ (ДЭС) мощностью 100 кВА, устанавливаемой около модуля управления. В случае исчезновения электропитания от ТСН потребители переключаются на питание от ДЭС в автоматическом режиме. Нагрузки электроприемников могут быть уточнены в стадии РД, при этом суммарная расчетная нагрузка по вводам не будет превышать мощности выбранных ДЭС и ТСН.

Автоматический выключатель на вводе РУСН-0,4 кВ от ДЭС (QF2) не выполняет защиту ДЭС от перегрузки, защита ДЭС от перегрузки выполняется контроллером управления ДЭС (встроенными функциями контроллера).

Бак запаса топлива ДЭС рассчитан на 24 часа непрерывной работы при автономной работе на расчетной нагрузке без дозаправки. В случае, если в течение данного времени авария во внешней сети не устраняется, необходимо пополнение топлива для продолжения работы ДЭС. Для перекачки топлива из внешнего (привозного) источника в бак ДЭС предусмотрен перекачивающий насос.

Электроснабжение потребителей МУ ВЭС предусматривается от двухсекционного РУСН-0,4 кВ. Первая секция подключена к ТСН 35/0,4 кВ, 100 кВА, вторая секция подключена к ДЭС. Секционный автоматический выключатель нормально включен, а ввод от ДЭС отключен. При пропадании питания от основного источника действием АВР подключается резервный.

Напряжение сети собственных нужд переменного тока принято 400/230 В с заземленной нейтралью. Вид системы заземления TN-S.

Схема организации энергоснабжения собственных нужд МУ ВЭС приведена на чертеже ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.01 и ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.02 данного тома.

Организация бесперебойного электропитания оборудования, устанавливаемого в модуле управления ВЭС рассмотрена в томе ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.2 «Система гарантированного электроснабжения».

| | | | | | | | | | | |
|---|--------------|--------------|--------|-------|------|----------------------------|--|--|------|---|
| Взам инв. № | Подп. и дата | Изм. № подл. | | | | | | | Лист | |
| | | | | | | | | | | 5 |
| | | | | | | | | | | |
| <p>заземленной нейтралью. Вид системы заземления TN-S.</p> <p>Схема организации энергоснабжения собственных нужд МУ ВЭС приведена на чертеже ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.01 и ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.02 данного тома.</p> <p>Организация бесперебойного электропитания оборудования, устанавливаемого в модуле управления ВЭС рассмотрена в томе ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.2 «Система гарантированного электроснабжения».</p> | | | | | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | |

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. № | $I_{\text{со.АВ}} > I_{\text{н.расч.}} \cdot n,$ | | | | | | Лист |
| | где n – значение кратности (с учетом пусковых токов для двигательной нагрузки); | | | | | | |
| Подп. и дата | $I_{\text{со.АВ}}$ – ток срабатывания отсечки, А; | | | | | | 6 |
| | $I_{\text{н.расч.}}$ – ток расчетный, А. | | | | | | |
| Инв. № подл. | Проверка автоматических выключателей производится по условиям: | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 |
| | 1. Отключающей способности | | | | | | |
| | $I_{\text{КЗ}}^{(3)} < I_{\text{откл.АВ}},$ | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

| № | 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 ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.02.

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

8

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

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

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 | ВЭС000107.356.1.1.2-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 |
| η , о.е. | 0,91 |
| $x''_{дГ}$, о.е. | 0,13 |
| $S_{Г\text{ ном}}$, кВА | 100 |
| $x''_{дГ}$, мОм | 151,42 |
| $r_{Г}$, мОм | 22,71 |
| $U_{\phi(0)}$, кВ | 0,2309 |
| $I_{(0)}$, А | 198,27 |
| $E''_{\phi(0)}$, кВ | 0,2501 |
| $E''_{(0)}$, 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:

$$\begin{aligned} \sum X I &= X_{СЭ} + X I_{КЛЗ5} + X I_{ТСН} = \\ &= 0,161 + 0,00106 + 60,24 = 60,501 \text{ мОм} \end{aligned}$$

Полное сопротивление рассматриваемого участка цепи:

$$Z_{\Sigma}^{(3)} = \sqrt{\sum R_1^2 + \sum X_1^2} = \sqrt{21,601^2 + 60,501^2} = 64,25 \text{ мОм}$$

Максимальный ток трехфазного короткого замыкания на выходе ТСН:

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

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Лист |
| | | | | | | | 11 |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

$$I_{\text{КЗ-ТЧН}}^{(3)} = \frac{U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 64,25} = 3,594 \text{ кА}$$

Расчёт максимального тока КЗ от ДЭС в точке К2.

Полное сопротивление рассматриваемого участка цепи:

$$Z_{\Sigma}^{(3)} = \sqrt{\sum R_1^2 + \sum X_1^2} = \sqrt{22,71^2 + 151,42^2} = 153,11 \text{ мОм}$$

Максимальный ток трехфазного короткого замыкания на выходе ДЭС:

$$I_{\text{КЗ-ДЭС}}^{(3)} = \frac{U_{\text{Н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 153,11} = 1,508 \text{ кА}$$

По вышеприведенным расчетам делаем вывод, что наиболее жесткие условия для выбора электротехнического оборудования является режим при электропитании от ТЧН:

$$I_{\text{КЗ-ТЧН}}^{(3)} > I_{\text{КЗ-ДЭС}}^{(3)},$$

$$3,594 \text{ кА} > 1,508 \text{ кА}.$$

В данном примере произведен расчет тока короткого замыкания со стороны ТЧН, действующего на шинах 1 с.ш. РУСН-0,4 кВ для точки КЗ КЗ:

1) Эквивалентное сопротивление системы:

$$X_{\text{сэ}} = \frac{U_{\text{ВН}}}{\sqrt{3} \cdot I_{\text{КЗ-35}}} \cdot \left(\frac{U_{\text{НН}}}{U_{\text{ВН}}} \right)^2 \cdot 10^3 = \frac{35}{\sqrt{3} \cdot 16,42} \cdot \left(\frac{0,4}{35} \right)^2 \cdot 10^3 = 0,161 \text{ мОм}$$

2) Кабель от КРУЭ-35 кВ РП-35 кВ до ТЧН, АПВВнг(А)-LS-35 3(1×120/16),
L=20 м:

$$R_{\text{КЛ-35}} = 0,411 \cdot (0,4/35)^2 \cdot 0,02 = 0,00107 \text{ мОм}$$

$$X_{\text{КЛ-35}} = 0,407 \cdot (0,4/35)^2 \cdot 0,02 = 0,00106 \text{ мОм}$$

3) Трансформатор собственных нужд:

$$R_{\text{ТЧН}} = 21,6 \text{ мОм}$$

$$X_{\text{ТЧН}} = 60,24 \text{ мОм}$$

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

$$R_{\text{КЛ1}} = 0,405 \cdot 8 = 3,24 \text{ мОм}$$

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|-------|------|------|
| И.в. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 12 |
| | | | 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:

$$\begin{aligned} \sum Xl &= X_{CЭ} + Xl_{KЛ35} + Xl_{TCH} + Xl_{KЛI} + Xl_{QF1.TCH} + Xl_{TT} = \\ &= 0,161 + 0,00106 + 60,24 + 0,512 + 0,7 + 0,3 = 61,914 \text{ мОм} \end{aligned}$$

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. № | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-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):

б) 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:

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

| | | | | | | | |
|--------------|------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|
| Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Подп. и дата | | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Инв. № подл. | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | 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 |

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|--|--|--|------------|
| Ид. № подл. | Взам. инв. № | | | | | | | | | | Лист 15 |
| | Подп. и дата | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-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, | 8,27 | 16 | 719,52 | 920,58 | 10 | 4,50 | 5,75 |

ВЭС000107.356.1.1.2-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 | ВВШВнг(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.

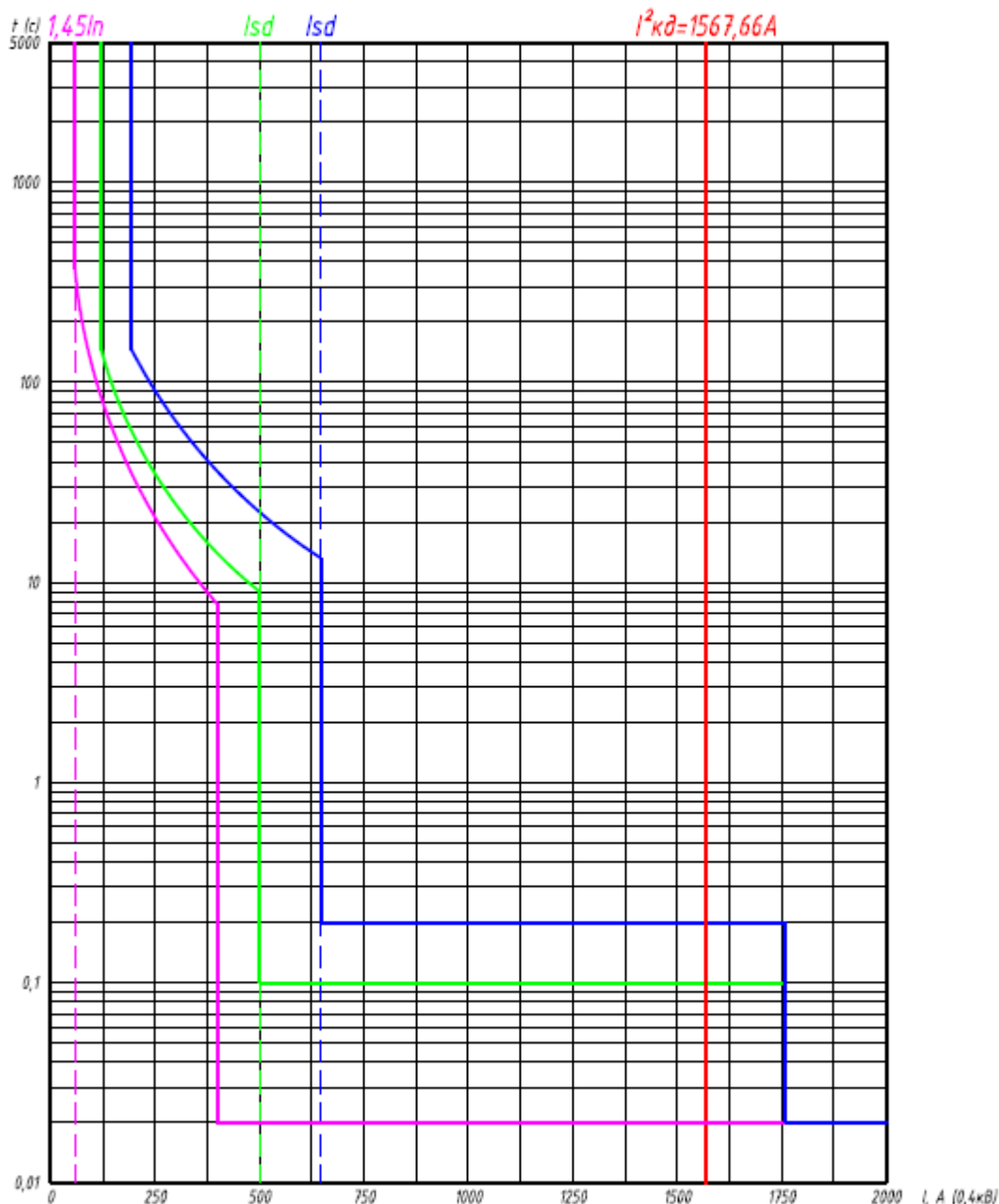
| | |
|--------------|--|
| Взам. инв. № | |
| Подп. и дата | |
| Инв. № подл. | |

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

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

17



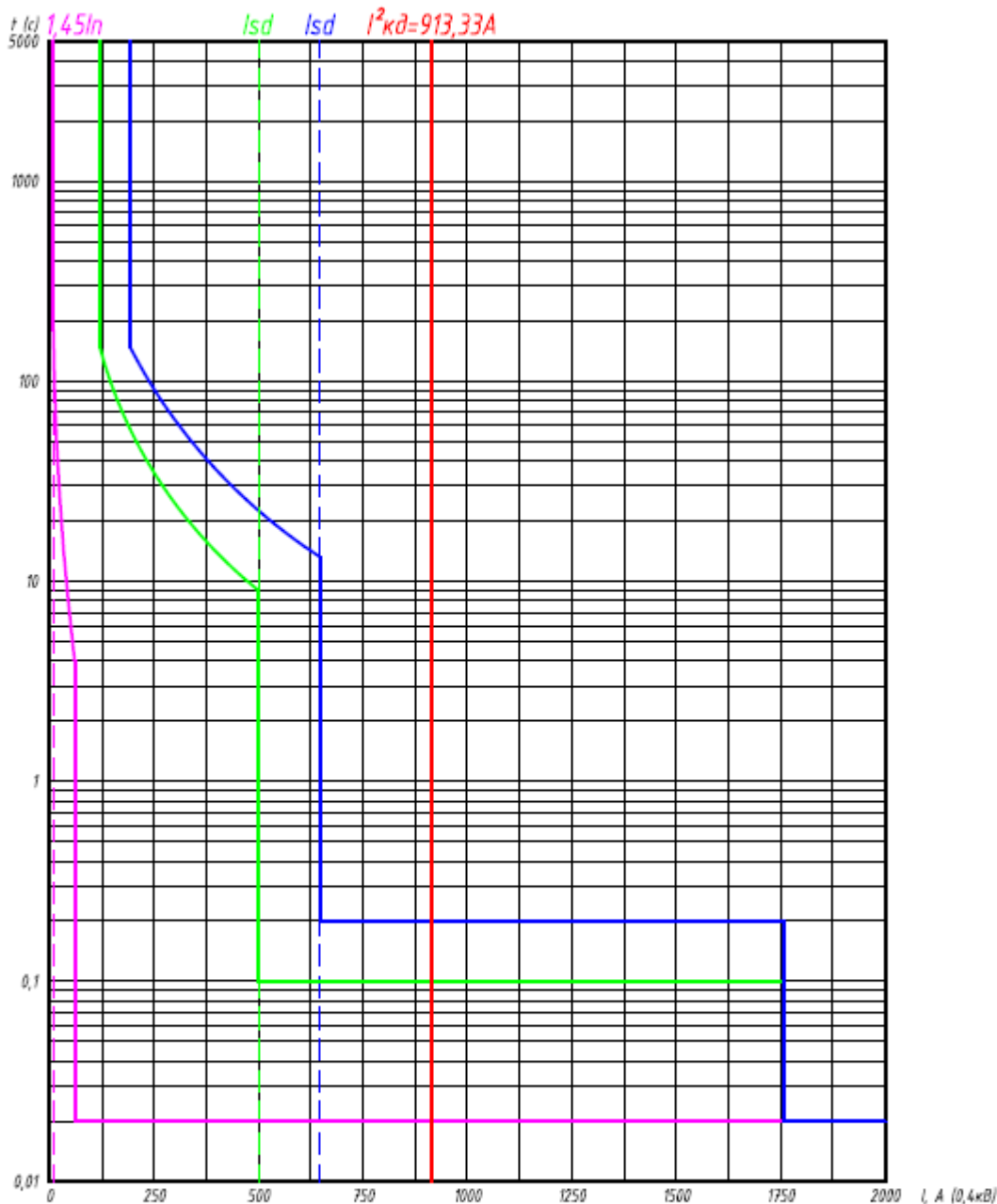
Ампер-секундные характеристики на карте селективности защиты:

- Вводной выключатель РУНН-0,4 кВ, QF1=160 А, Ir=160А, Isd=4xIr, tsd=0,2 с;
- Секционный выключатель РУНН-0,4 кВ, QF3=160 А, Ir=100А, Isd=5xIr, tsd=0,1 с;
- Отходящий от РУНН-0,4 кВ выключатель, 1QF4=40 А (Шкаф ЩАОВ модуля систем);
- Ток КЗ при электроснабжении от ТСН.

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 |
| | | | | | |

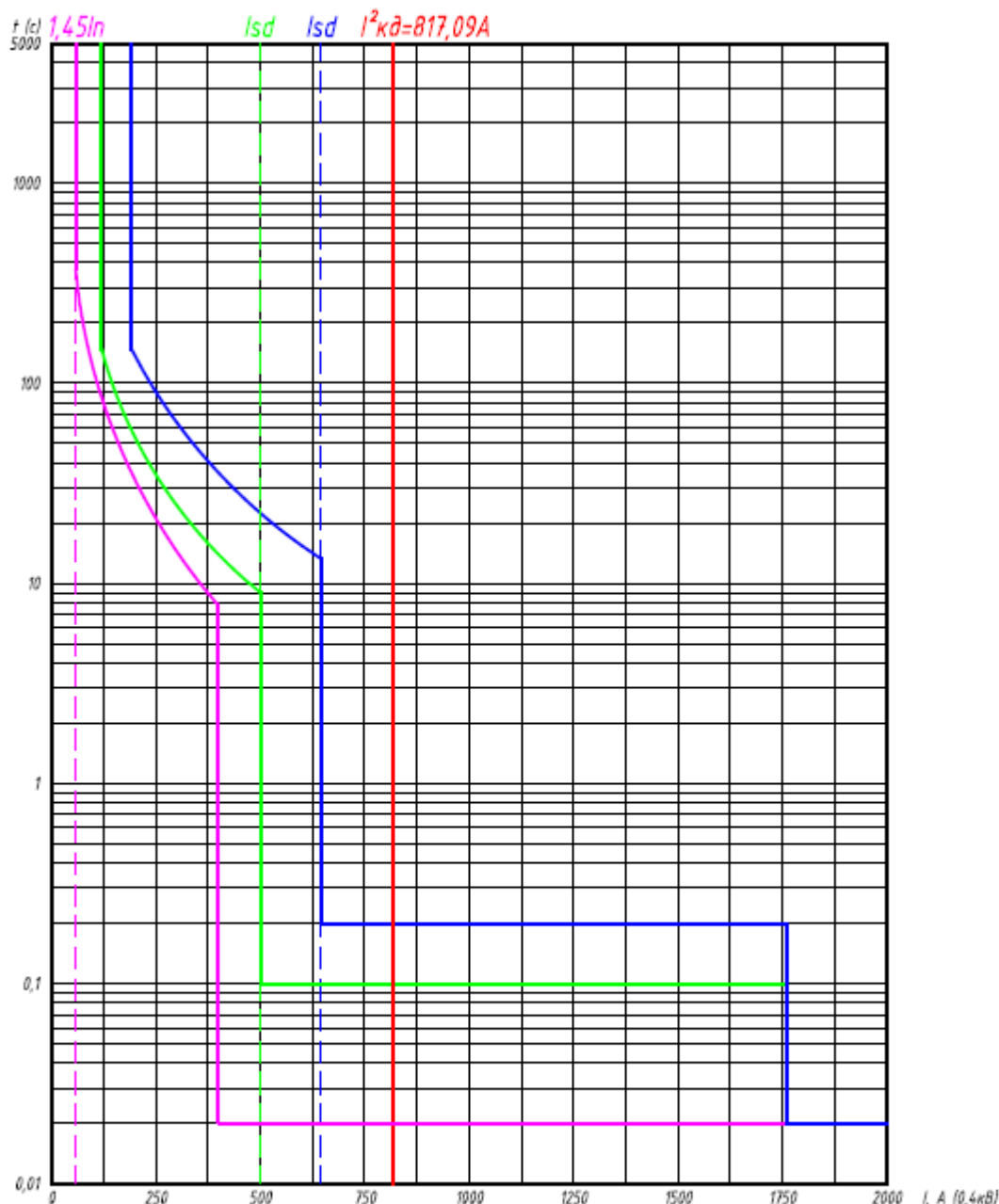


- Ампер-секундные характеристики на карте селективности защиты:
- Вводной выключатель РУНН-0,4 кВ, QF1=160 А, $I_r=160A$, $I_{sd}=4xI_r$, $t_{sd}=0,2$ с;
 - Секционный выключатель РУНН-0,4 кВ, QF3=160 А, $I_r=100A$, $I_{sd}=5xI_r$, $t_{sd}=0,1$ с;
 - Отходящий от РУНН-0,4 кВ выключатель, 2QF15=6 А (Щит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

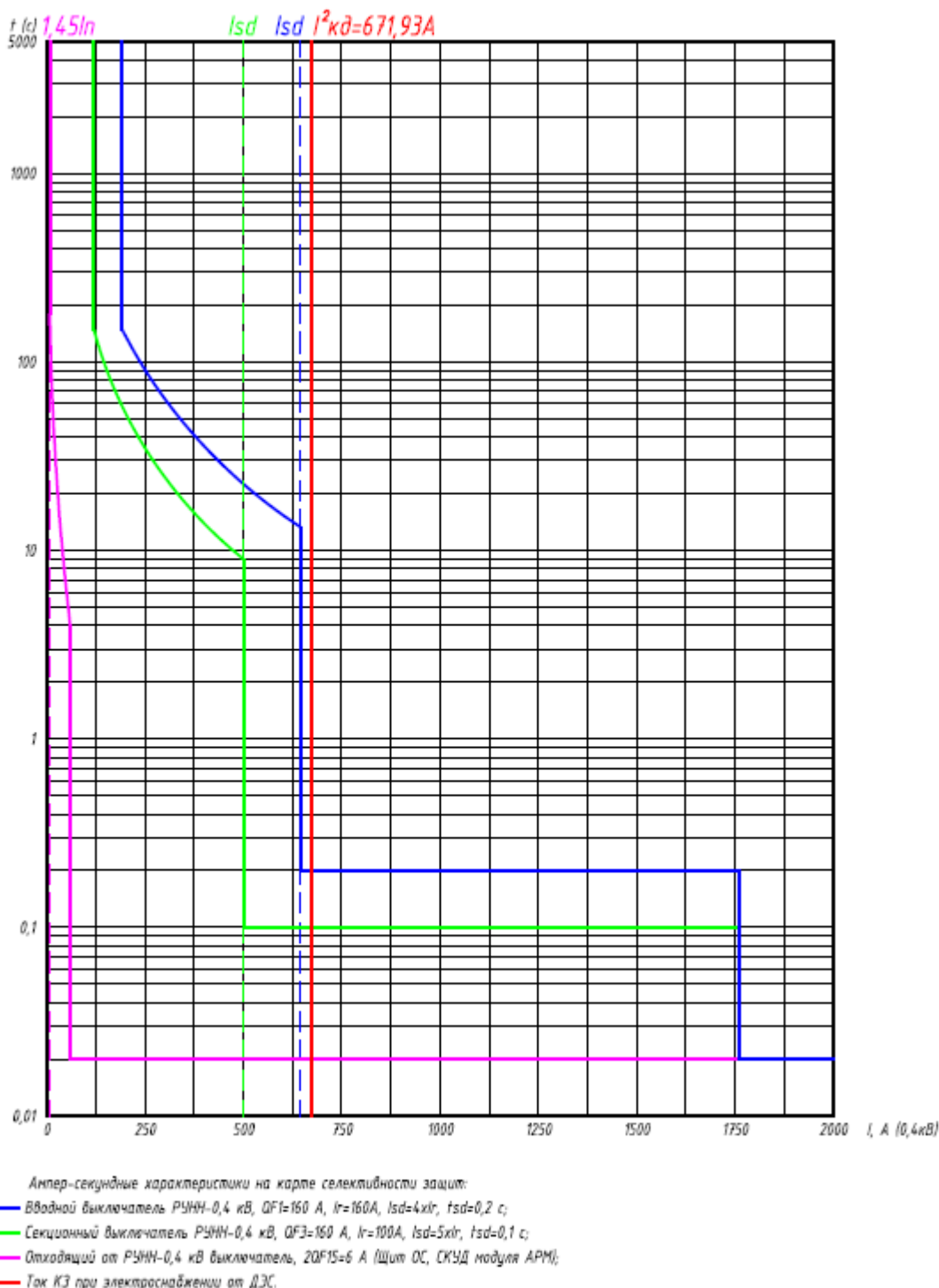


Рисунок 3.5 – Времятоковая характеристика при электроснабжении от ДЭС автоматических выключателей рабочего ввода РУСН-0,4 кВ QF1 с $I_n=160$ А ($I_r=160$ А), секционного QF3 с $I_n=160$ А ($I_r=100$ А) и отходящего 2QF15 с $I_n=6$ А, питающего щит ОС, СКУД модуля АРМ

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

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 |

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

22

| Наименование потребителя | Тип кабеля | Сечение кабеля | $I_{\text{дв.возд.}}, \text{ A}$ | $K_{\text{П}}$ | $I_{\text{р.ддт.возд.}}, \text{ A}$ | Сравнение | $I_{\text{нагр.}}, \text{ A}$ |
|-------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------|----------------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------|
| 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:

ВЭС000107.356.1.1.2-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 | ВВШвнг(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 |

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

24

Проверка падения напряжения в конце линии

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

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 $90\ ^{\circ}\text{C}$

по:

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

$$= 0,527 \text{ O}_M/\text{KM};$$

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

x_0 – удельное реактивное сопротивление КЛ, Ом/км.

Приведем в проценты:

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

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Лист |
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | | 25 |

Применение КЛ-0,4 кВ марки АПВБШвнг(А)-LS 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 ТСН | | | | | | |
| 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 |

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

26

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

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

27 |

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 |

ВЭС000107.356.1.1.2-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 | ВБШвнг(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 |
| Антиконденсетный 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 | АПвБШвнг(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 | ВБШвнг(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 |
| Антиконденсетный 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 |
|------|---------|------|--------|-------|------|

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

29

4 Проверка оборудования 35 кВ на устойчивость к токам КЗ

Выбор основного электротехнического оборудования модуля управления 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 | | $k_{уд}$ | $t_{откл.}, c$ | T_a, c | $B_K, кА^2 \cdot c$ |
|--------------------------------|-------|------------------------------|---------|----------|----------------|----------|---------------------|
| | | 3-ф. КЗ | ударный | | | | |
| МУ Гражданская ВЭС РП-35 кВ СШ | 35 кВ | 16,42 | 35,9 | 1,775 | 1 | 0,0393 | 280,1 |

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:

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

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

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

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

| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Лист |
| | | | | | | | 30 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Лист |
| | | | | | | | 31 |
| 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 Гражданская ВЭС - РУ 220 кВ Гражданской ВЭС | 35 | 1687,84 | 16,42 | 35,9 | 0,94 | 280,1 | 35 | 2000 | 25 | 63 | 33,75 | 1875 |
| ВВ-35-ТСН | 35 | 1,65 | 16,42 | 35,9 | 0,64 | 199,2 | 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.

$$i_a = \frac{35 \cdot 16,42 \cdot \sqrt{2}}{100} = 8,05 \text{ кА}$$

Полный ток КЗ в момент отключения выключателя РЗ составляет

$$I_{полн} = I_{п0} + i_a = 16,42 + 8,05 = 24,47 \text{ кА.}$$

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

$$I_{полн} = 24,47 \text{ кА} < I_{отк,полн} = 33,75 \text{ кА}$$

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;

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

| | | | | | | | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | | | | 33 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | | | | | |

- по вторичной нагрузке $S_{\text{ном}} > S_{\text{нагр}}$ (рассматривается в томе ВЭС000107.356.1.1.2-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 №8 ВЭУ №11 | 1000 | 5 | 5P/0,5/0,2S |
| ТТ-35 ВЭУ №16 ВЭУ №22 | 1000 | 5 | 5P/0,5/0,2S |
| ТТ-КЛ 35 кВ Гражданская ВЭС - ПС 220 кВ | 2000 | 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 | $B_{\text{к}}$, кА ² ·с | $U_{\text{ном}}$, кВ | $I_{\text{ном}}$, А | $I_{\text{T(3)}}$, кА | $I_T^2 \cdot t_T$, кА ² ·с |
| ТТ-35 ТСН | 35 | 1,65 | 16,42 | 0,1 | 53,7 | 35 | 200 | 12 | 144 |
| ТТ-35 ВЭУ №8 ВЭУ №11 | 35 | 843,92 | 16,42 | 0,34 | 118,4 | 35 | 1000 | 40 | 1600 |
| ТТ-35 ВЭУ №16 ВЭУ №22 | 35 | 843,92 | 16,42 | 0,34 | 118,4 | 35 | 1000 | 40 | 1600 |
| ТТ-КЛ 35 кВ Гражданская ВЭС - ПС 220 кВ | 35 | 1687,84 | 16,42 | 0,94 | 280,1 | 35 | 2000 | 40 | 1600 |

Расчет по определению нагрузок трансформаторов тока представлен в томе «Релейная защита и регистрация аварийных событий» ВЭС000107.356.1.1.2-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:

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

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

| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Лист |
| | | | | | | | 34 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | |

- по конструкции и схеме соединения обмоток;
- по классу точности (рассматривается в томе ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.3);
- по вторичной нагрузке $S_{\text{ном}} > S_{\text{нагр}}$ (рассматривается в томе ВЭС000107.356.1.1.2-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 ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.3 «Релейная защита и регистрация аварийных событий».

4.5 Выбор разъединителей 35 кВ

Условия выбора:

- по напряжению $U_{\text{уст}} \leq U_{\text{ном}}$;
- по току $I_{\text{мах}} \leq I_{\text{ном}}$;
- проверка на электродинамическую стойкость $i_y \leq i_{\text{пр.с.}}$,
 $i_{\text{пр.с.}}$ – 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 разъединителей 35 кВ представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 – Технические характеристики и выбор разъединителей 35 кВ

| Наименование | Расчетные данные | | | | | Технические данные | | | |
|-------------------------|-----------------------|----------------------|------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|--|
| | $U_{\text{уст}}$, кВ | $I_{\text{мах}}$, А | i_y , кА | $t_{\text{р.л.}}$, с | B_k , кА ² сек | $U_{\text{ном}}$, кВ | $I_{\text{ном}}$, А | $i_{\text{пр.с.}}$, кА | $I_T^2 \cdot t_T$, кА ² ·с |
| Р-35 ВЭУ №8 ВЭУ №11 | 35 | 843,92 | 35,9 | 0,64 | 199,2 | 35 | 1250 | 63 | 625 |
| Р-35 ВЭУ №16 ВЭУ №16 | 35 | 843,92 | 35,9 | 0,64 | 199,2 | 35 | 1250 | 63 | 625 |

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

35

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

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

| Наименование | Расчетные данные | | | | | Технические данные | | | |
|--|----------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| | $U_{уст}, \text{кВ}$ | $I_{\max}, \text{А}$ | $i_y, \text{кА}$ | $t_{р.л.}, \text{с}$ | $B_k, \text{кА}^2\text{сек}$ | $U_{\text{ном}}, \text{кВ}$ | $I_{\text{ном}}, \text{А}$ | $i_{\text{пр.с}}, \text{кА}$ | $I_T^2 \cdot t_T, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$ |
| Р-35 КЛ 35 кВ Гражданская ВЭС - РУ 220 кВ Гражданской ВЭС | 35 | 1687,84 | 35,9 | 0,64 | 199,2 | 35 | 2000 | 63 | 625 |
| Р-35-ТСН | 35 | 1,65 | 35,9 | 0,64 | 199,2 | 35 | 1250 | 63 | 625 |

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

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

ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1

Лист

36

5 Молниезащита и заземление

5.1 Молниезащита

Все принятое оборудование поставляется комплектной поставкой от заводов изготовителей и соответствует СО 153-34.21.122-2003 для модуля управления ВЭС.

Для модуля управления ВЭС и ДЭС принят III уровень защиты от ПУМ.

Окрашенные металлические листы кровли МУ ВЭС не могут обеспечить достаточно прочную электрическую связь между собой для выполнения функции молниеприемника, поэтому для молниезащиты, согласно п. 4.2.134 ПУЭ и п.3.3.3 СО 153-34.21.122-2003, на кровле МУ ВЭС устанавливается молниеприемная сетка с ячейками не менее 6 м, выполненная оцинкованным круглым стальным прокатом диаметром 8 мм (параметры молниеприемной сетки уточняются заводом изготовителем). Молниеприемная сетка соединяется с контуром заземления ВЭС в четырех местах. Молниеприемная сетка поставляется комплектно с МУ ВЭС. Молниеотводы МУ ВЭС также выполняются оцинкованным круглым стальным прокатом диаметром 8 мм (параметры молниеотводов уточняются заводом изготовителем) и поставляются комплектно с МУ ВЭС.

ДЭС контейнерного исполнения поставляется в контейнере типа «СЕВЕР». Отдельная молниезащита ДЭС не требуется, функцию молниеприемника выполняет металлическая кровля из цельносварного листа толщиной 3 мм, которую обязательно защищать от повреждения при прямом ударе молнии, и металлические конструкции каркаса крыши из уголка равнополочного 100×8 мм по ГОСТ 8509-93, под металлической кровлей расположен потолок из сэндвич-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 за-

| | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|--------------|
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Взам. инв. № |
| | | | | | | | Подп. и дата |
| | | | | | | | Инв. № подл. |
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | 37 |

земления. 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.

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.

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------|-------|------|----------------------------|--|--|------|----|
| Изм. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | 38 |

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 превышает 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.

| | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|-------|------|----------------------------|
| Ид. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 40 |
| | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 |

| № п/п | Участок КЛ 35 кВ | Марка кабеля АПвПуг-35, сечение | Удельный ем- костный ток ко- роткого замыкания на землю, А/км | Длина КЛ, км | Емкостной ток ко- роткого замыкания на зем- лю, А |
|--------------------|--|---------------------------------------|---|-----------------|--|
| 1. Гражданская ВЭС | | | | | |
| 1.1 | ВЭУ №1-ВЭУ №2 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 1 | 3,43 |
| 1.2 | ВЭУ №2-ВЭУ №3 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 1,91 | 6,55 |
| 1.3 | ВЭУ №3-ВЭУ №4 | 3×(1×150мк/25) | 3,809 | 1,16 | 4,42 |
| 1.4 | ВЭУ №4-ВЭУ №5 | 3×(1×240мк/25) | 4,571 | 1,14 | 5,21 |
| 1.5 | ВЭУ №5-ВЭУ №6 | 3×(1×400мк/35) | 5,523 | 1 | 5,52 |
| 1.6 | ВЭУ №6-ВЭУ №7 | 3×(1×500мк/35) | 6,094 | 0,81 | 4,94 |
| 1.7 | ВЭУ №7-ВЭУ №8 | 3×(1×500мк/35) | 6,094 | 1,16 | 7,07 |
| 1.8 | ВЭУ №8-РУ-35 кВ СШ МУ Гражданская ВЭС | 3×(1×630мк/35) | 6,666 | 1,1 | 7,33 |
| 1.9 | ВЭУ №9-ВЭУ №10 | 3×(1×120мк/16) | 3,619 | 0,88 | 3,18 |
| 1.10 | ВЭУ №10-ВЭУ №11 | 3×(1×120мк/16) | 3,619 | 0,76 | 2,75 |
| 1.11 | ВЭУ №11-РУ-35 кВ СШ МУ Гражданская ВЭС | 3×(1×150мк/25) | 3,809 | 0,84 | 3,20 |
| 1.12 | ВЭУ №2-ВЭУ №3 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 1,21 | 4,15 |
| 1.13 | ВЭУ №3-ВЭУ №4 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 0,97 | 3,33 |
| 1.14 | ВЭУ №4-ВЭУ №5 | 3×(1×150мк/25) | 3,809 | 1,01 | 3,85 |
| 1.15 | ВЭУ №5-ВЭУ №6 | 3×(1×240мк/25) | 4,571 | 1,24 | 5,67 |
| 1.16 | ВЭУ №16-РУ-35 кВ СШ МУ Гражданская ВЭС | 3×(1×400мк/35) | 5,523 | 1,16 | 6,41 |
| 1.17 | ВЭУ №17-ВЭУ №18 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 0,77 | 2,64 |
| 1.18 | ВЭУ №18-ВЭУ №19 | 3×(1×95мк/16) | 3,428 | 2,25 | 7,71 |
| 1.19 | ВЭУ №19-ВЭУ №20 | 3×(1×150мк/25) | 3,809 | 0,86 | 3,28 |
| 1.20 | ВЭУ №20-ВЭУ №21 | 3×(1×240мк/25) | 4,571 | 0,99 | 4,53 |
| 1.21 | ВЭУ №21-ВЭУ №22 | 3×(1×400мк/35) | 5,523 | 0,79 | 4,36 |
| 1.22 | ВЭУ №22-РУ-35 кВ СШ МУ Гражданская ВЭС | 3×(1×500мк/35) | 6,094 | 0,99 | 6,03 |
| 1.23 | РУ-35 кВ СШ МУ Граждан- ская ВЭС – РУ 35 кВ РУ 220 кВ Гражданской ВЭС | 4×3×(1×500мк/35) | 4х6,094 | 0,16 | 3,90 |
| | | | | Итого: | 109,38 |

Произведем упрощенный расчет без использования емкостных значений сборных шин 35 кВ и силовых трансформаторов, в расчете будем учитывать только кабельные линии 35 кВ.

Суммарный емкостный ток КЛ 35 кВ составляет 109,38 А. Наибольший емкостный ток присоединения составляет 53,6 А. Для обеспечения надежного срабатывания защиты от ОЗЗ должно выполняться следующее условие:

$$I_R \geq 4 \cdot I_{\text{Сфид}},$$

где I_R – ток, создаваемый резистором в месте замыкания;

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

$I_{\text{Сфид}}$ – наибольший емкостный ток присоединения, отходящего от РП-35 кВ МУ Гражданская ВЭС.

$$I_R \geq 4 \cdot 53,6 = 214,4 \text{ А.}$$

Наибольший емкостный ток присоединения, отходящего от РУ-35 кВ РУ 220 кВ, составляет 109,38 А. Для обеспечения надежного срабатывания защиты от ОЗЗ должно выполняться следующее условие:

$$I_R \geq 2 \cdot I_{\text{Сфид}},$$

где I_R – ток, создаваемый резистором в месте замыкания;

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.

$$I_R \geq 2 \cdot 109,38 = 218,76 \text{ А.}$$

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

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

| | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|--------------|----------------------------|---------|------|--------|-------|------|------|
| Ид. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | | | Лист |
| | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | | | 42 |
| | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | |

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 | 149,52 |
| Гражданская ВЭС | 82,94 |

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.

| | | | | | | |
|----------------------------|---|---------|------|--------|-------|------|
| Взам. инв. № | находим значение $U_{\text{пов.на зу}}=375 \text{ В}$, тогда: | | | | | |
| | $R_{\text{зу}} \leq \frac{375}{419,1} = 0,895 \text{ Ом.}$ | | | | | |
| Подп. и дата | 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. | | | | | |
| | | | | | | |
| Инв. № подл. | | | | | | |
| | | | | | | |
| | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
| ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | | | Лист |
| | | | | | | 43 |

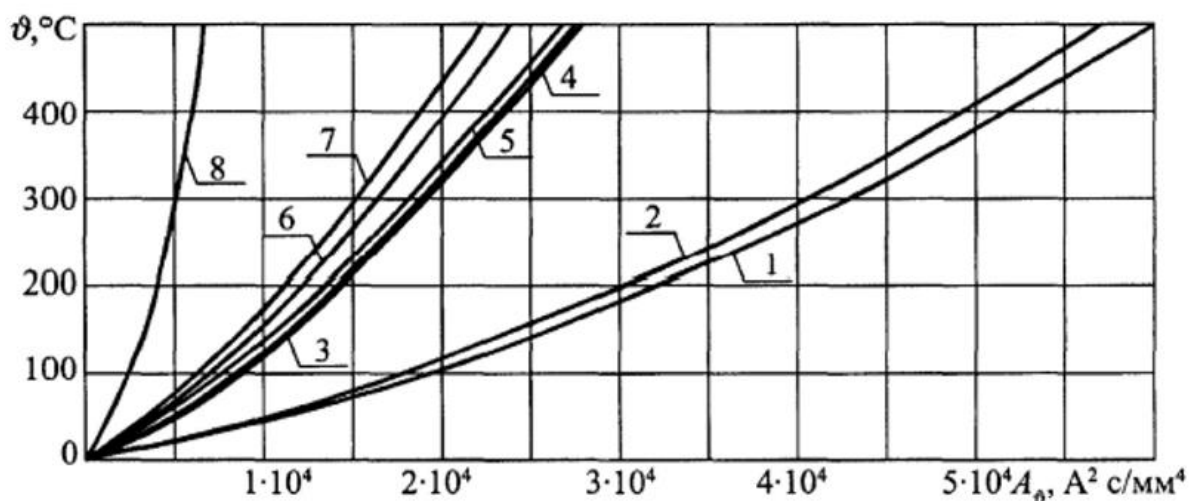


Рисунок 5.1 – Кривые для определения температуры нагрева проводников из различных материалов при коротких замыканиях.

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 Гражданская 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 | 207,1 | 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).

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 зна-

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|--------------|--------|--------------|------|----------------------------|--|--|--|--|------|
| Взам. инв. № | | Подп. и дата | | Инв. № подл. | | | | | | | Лист |
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | | | | 45 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | | | |

дов 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);

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

Для вертикального электрода, заглубленного на 1 м учитывая параметры грунта (таблица 5.2) необходимо привести эквивалентное значение удельного сопротивления двух верхних слоев, тогда:

| | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|------|---------|------|--------|----------------------------|------|------|
| Изм. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | | Лист |
| | | | | | | | | | 47 |
| | | | Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | |

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 |
| $R_{общ.д}$ | 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:

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

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

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 Ом, что удовлетворяет требованиям п. 1. 7.101 ПУЭ. Отдельный расчет для контура заземления ДЭС не выполняется.

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

| | | | | | | | | | | |
|------|---------|------|--------|-------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | 49 |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подп. | Дата | | | | | |

5.2.3 Внешнее ограждение

Настоящим проектом не предусмотрено размещение электроприемников на внешнем ограждении МУ ВЭС, при эксплуатации возможна установка дополнительного оборудования (электроприемников) на внешнем ограждении. На основании требований п.1.7.93 ПУЭ внешнее ограждение МУ ВЭС присоединено к контуру заземления, а с внешней стороны ограждения, на расстоянии 1 м от него и на глубине 1 м, проложен горизонтальный заземлитель для выравнивания потенциалов. Выполнение указанных мероприятий на этапе строительства позволит исключить риски повреждения КЛ-35 кВ отходящих от МУ ВЭС при монтаже заземлителя в случае реализации указанных мероприятий при эксплуатации объекта.

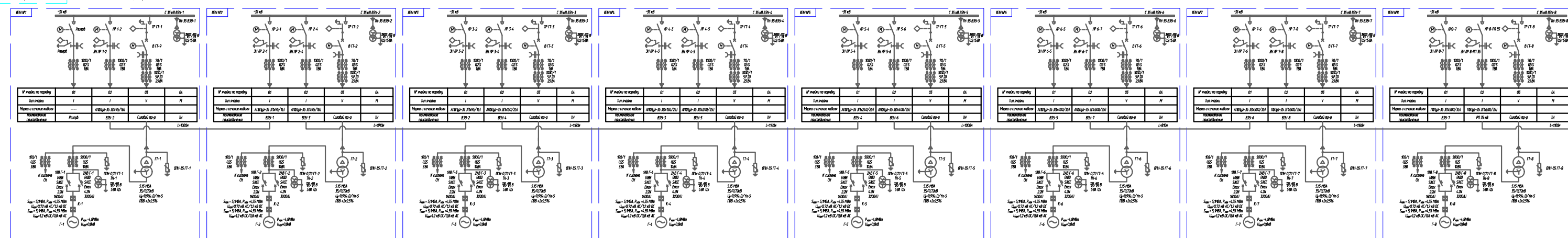
Также при выполнении заземления внешнего ограждения и прокладки горизонтального заземлителя с внешней стороны ограды уменьшается площадь благоустройства огороженной территории, за счет уменьшения периметра ограждения, согласно п.1.7.93 ПУЭ при отсутствии заземления ограждения расстояние от ограждения до элементов контура заземления расположенных с внутренней стороны ограждения должно быть не менее 2 м.

Установка с внешней стороны ограждения горизонтального заземлителя также обусловлена п.1.7.94 ПУЭ в связи с наличием связи между МУ ВЭС и РУ-35 РУ 220 кВ Гражданской ВЭС по экрану силовых кабелей, заземленных с двух сторон.

| | | | | | | | |
|------|--------|------|--------|-------|------|----------------------------|--------------|
| Изм. | Кол.уч | Лист | № док. | Подп. | Дата | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1 | Взам. инв. № |
| | | | | | | | Подп. и дата |
| | | | | | | | Инв. № подл. |
| | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | 50 |

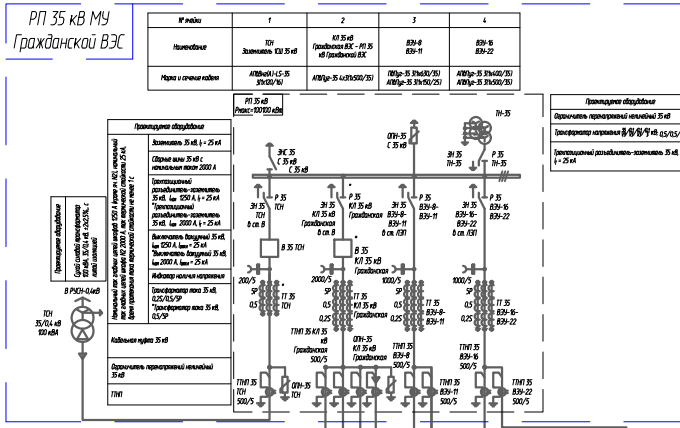
Гражданская ВЭС

II этап строительства код ГПН GVE0647 (50,05 МВт)



II этап строительства

РП 35 кВ МУ
Гражданской ВЭС



Р4 35 кВ Гражданской ВЭС

Р4 220 кВ Гражданской ВЭС

IV этап строительства код ГПН GVE0649 (50,05 МВт)

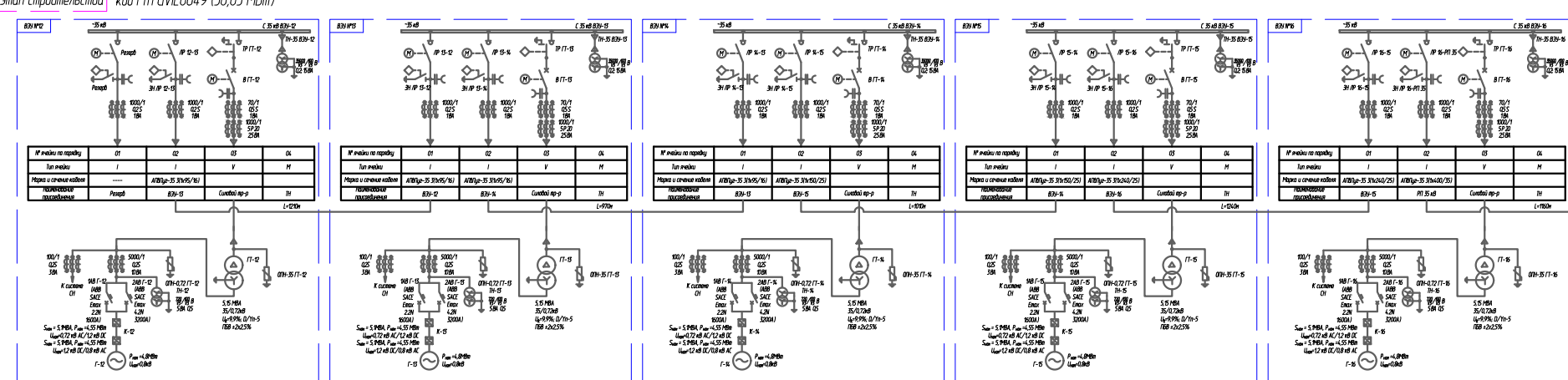
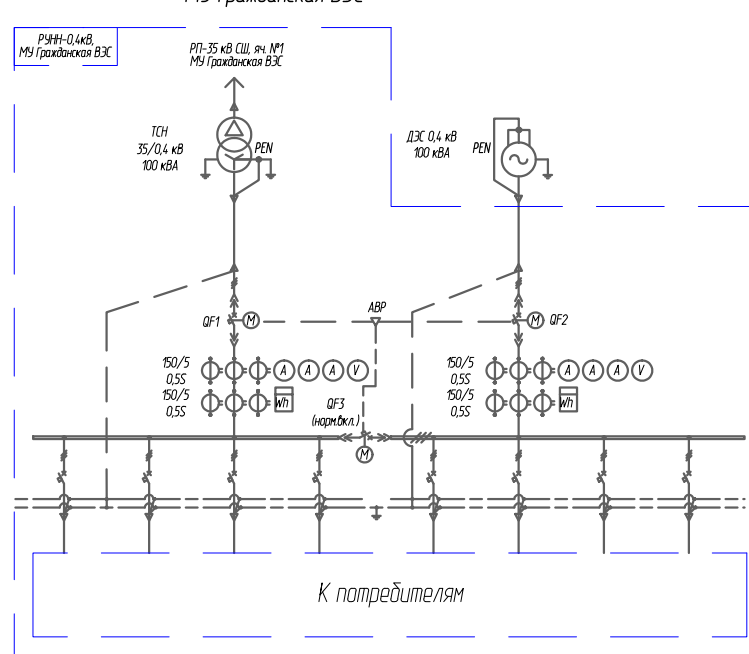


Схема организации РУНН-0,4 кВ
МУ Гражданская ВЭС



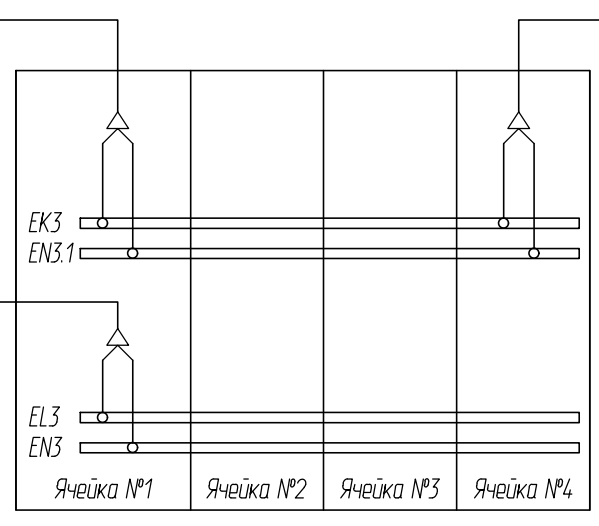
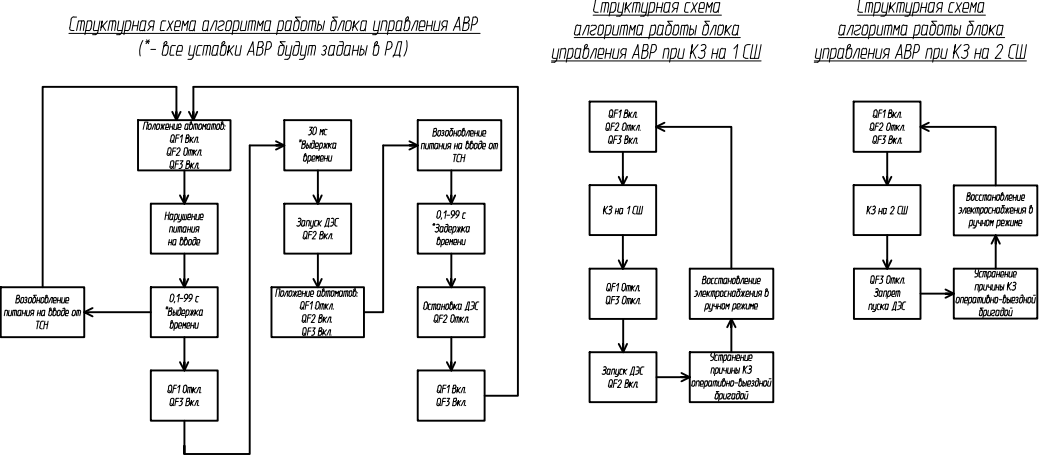
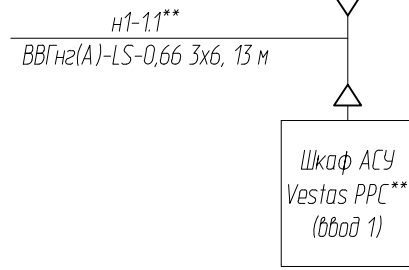
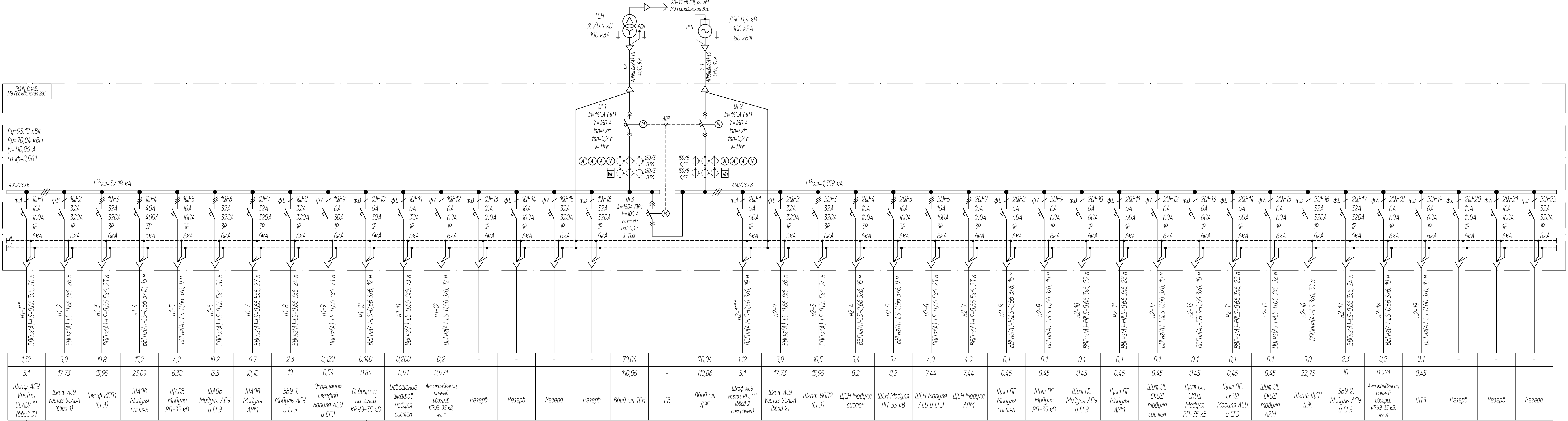
Условные обозначения:
- 2 этап строительства;
- 3 этап строительства;
- 4 этап строительства.

Примечание - Расчетный ток одной ВЗУ составляет 76,72 А

| | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|---------|----------|---|-------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.112-И/03.101 | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | |
| Изм. | Кол. изм. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Ветропарк электрическая станция, вытупилодочные автомобильные дороги, этап 2, Гражданская ВЭС. Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | Станд. | Лист |
| | Разработ | Евгений | | | 19.02.21 | | П | 1 |
| | Проверил | Вершинин | | | 19.02.21 | | | |
| | Нач. отд. | Вершинин | | | 19.02.21 | | | |
| | Н. контр. | Бондарчук | | | 19.02.21 | | | |
| | | | | | | Схема электрическая единая Гражданская ВЭС | ООО "ЕРСМ Сидири" | |






| | | | | | | | | | | | |
|---------|--|--|--------------|--|--|---------------|--|--|--------------|--|--|
| Создано | | | Взам. инв. № | | | Подпись, дата | | | Инв. № подл. | | |
| | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|-----------------------------------|
| Так номинальный, In, А Тип распределителя | |
| Трансформатор тока | |
| Номинальный ток, In, А; Характеристика АВ; Количество полюсов; Номинальная отключающая способность, Icn, кА | |
| Маркировка участка | Марка, сечение и длина проводника |
| Ручн., кВт | |
| трасч., А | |
| Наименование потребителя | |

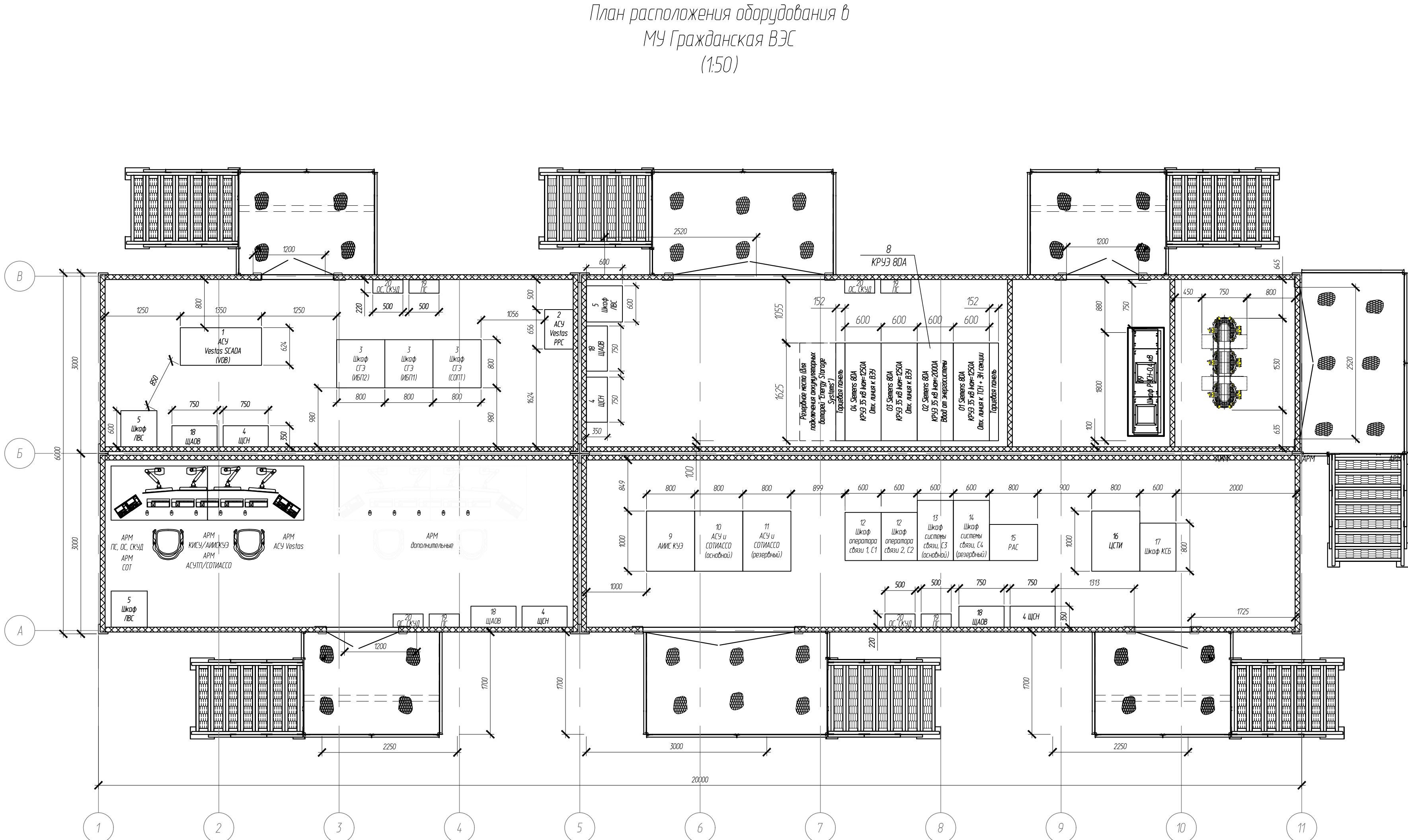


Примечания:
1 Щкаф РЧНН-0,4 кВ входит в комплект поставки модуля управления ВЭС;
2 QF3 щкафа РЧНН-0,4 кВ нормально включен;
3 Отключающая способность автоматических выключателей при КЗ, не менее 6 кА;
4 Чертеж не является основанием для нарезки кабелей;
5 Кабели нарезаются по фактически проложенной трассе;
6 Питание электроприемников выполнять от сети 400/230 В с системой заземления TN-S;
7 * - оборудование учтено в релейных панелях в составе КРУЭ-35 кВ;
8 Организация электроснабжения схемы управления АВР-0,4 кВ и электроснабжение электрообогревательных приборов автоматических выключателей QF1, 2, 3 осуществляется от СТП 1 СШ (шам ВЭС000107.356.112-ИП03.2);
9 Список сигналов передаваемых в АСУТП по Ethernet и протоколу МЭК 60870-5-104, представлен в таме ВЭС000107.356.112-ИП03.5;
10 ** - электроснабжение щкафа Vestas PPC осуществляется транзитом через щкаф Vestas SCADA, т.е. щкаф Vestas PPC запитывается с выхода ИБП в составе Vestas SCADA;
11 *** - резервное электроснабжение напрямую щкафа 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 распределителей токов короткого замыкания
1Р, 3Р - количество полюсов
6кА - отключающая способность
Ⓜ - электродвигательный привод
М0Т 12UP ADC220, 220 В пост./пер. тока, 35 Вт

| | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|---|----------|--|--|-------------------|------|--------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.112-ИП03.102 | | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | | | | |
| Разработ. | | Егоров | |  | 19.20.21 | Гражданская ВЭС | | Стадия | Лист | Листов |
| Проверил | | Вершинин | |  | 19.20.21 | Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. Гражданская ВЭС. Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | П | | 1 |
| Нач. отд. | | Вершинин | |  | 19.20.21 | | | | | |
| ГИП | | Бондарчук | |  | 19.20.21 | | | | | |
| Н. контр. | | Пирогова | |  | 19.20.21 | Схема электрическая СН-0,4 кВ МУ Гражданская ВЭС | | ООО "ЕРСМ Сибдир" | | |
| Умб. | | | | | | | | | | |

| 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 |

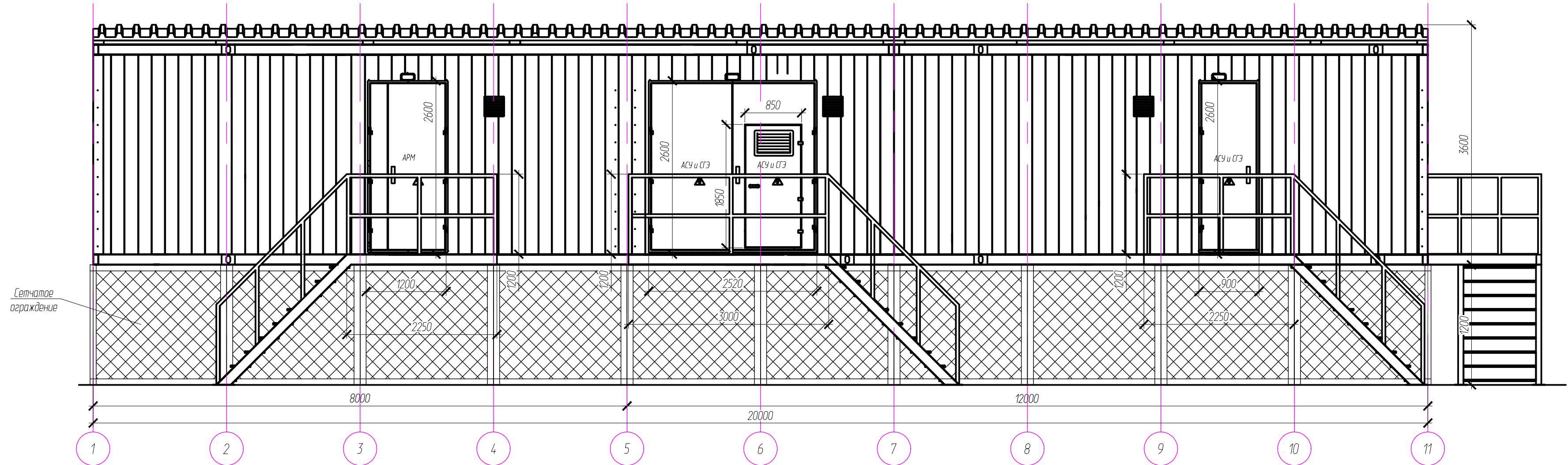


| Экспликация оборудования | | | | |
|--------------------------|---|-----|--------|--|
| Поз. | Наименование | Ед. | Кол-во | Производитель |
| 1 | Шкаф АСУ Vestas SCADA (VOB) | шт. | 1 | в поставке ВЭ |
| 2 | Шкаф АСУ Vestas PPC | шт. | 1 | в поставке ВЭ |
| 3 | Шкафы ЦЭ (системы гарантированного электроснабжения 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 ВДА 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 |

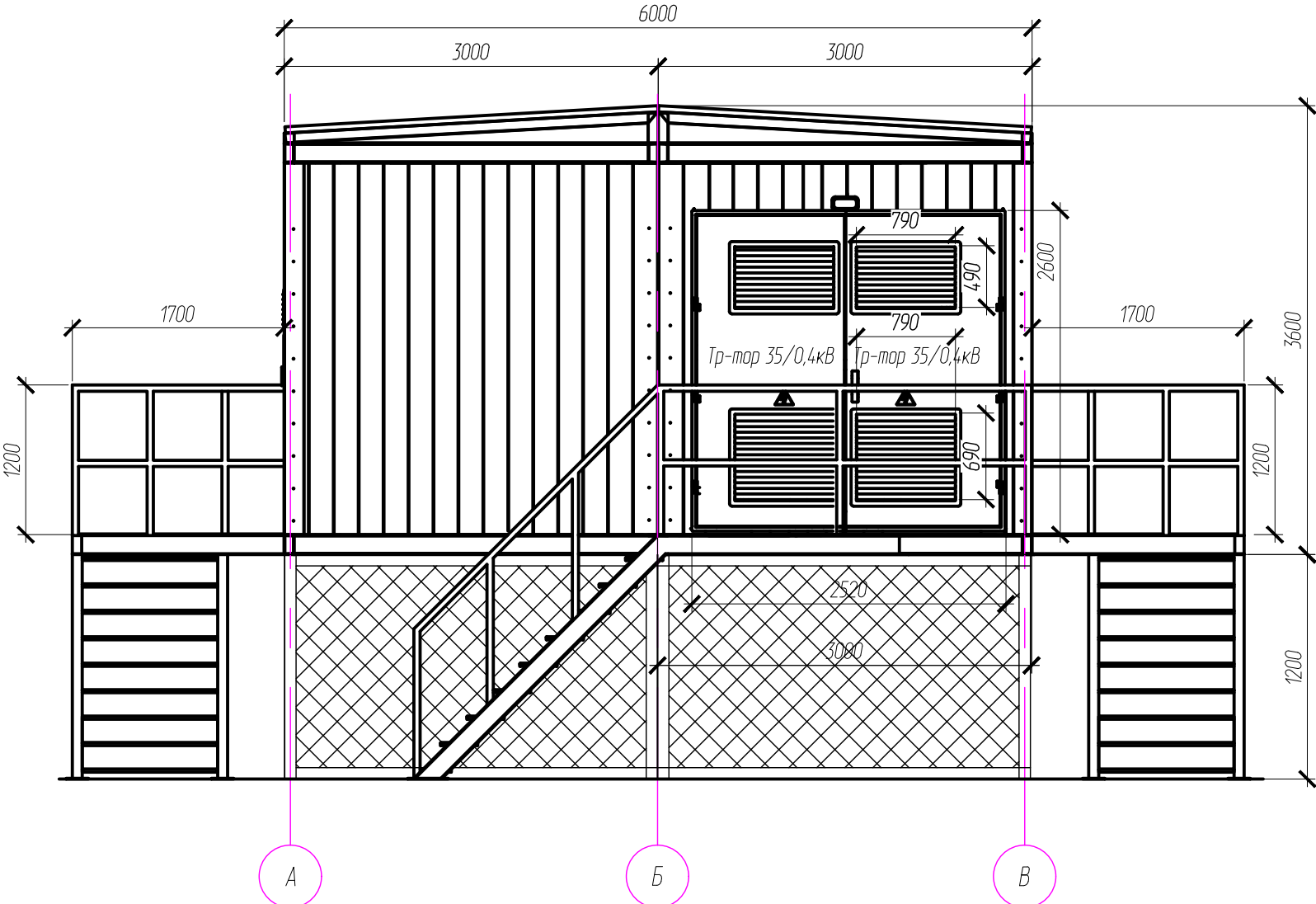
Примечания:
1 Места ввода кабеля в МУ ВЭС а также трассы внутри и под МУ ВЭС будут уточнены на стадии разработки РД;
2 Кабели инженерных систем модуля управления ВЭС поставляются комплектно с МУ ВЭС заводом-изготовителем;
3 Кабельные связи между модулями прокладываются под потолком модулей по кабельным 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 двускатная;
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.

| | | | | | | | | | |
|------------|-----------|------|--------|---------|----------|--|-------------------|------|--------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.112-ИП03.104 | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Ветропарк электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2 "Гражданская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | Стация | Лист | Листов |
| Разработал | | | | | 19.02.21 | | П | | 1 |
| Проверил | | | | | 19.02.21 | | | | |
| Нач. отд. | | | | | 19.02.21 | | | | |
| И. контр. | | | | | 19.02.21 | | | | |
| Утв. | | | | | | План расположения оборудования в МУ Гражданская ВЭС | ООО "ЕРСМ Сибири" | | |
| ГМП | Бондарчук | | | | 19.02.21 | | | | |

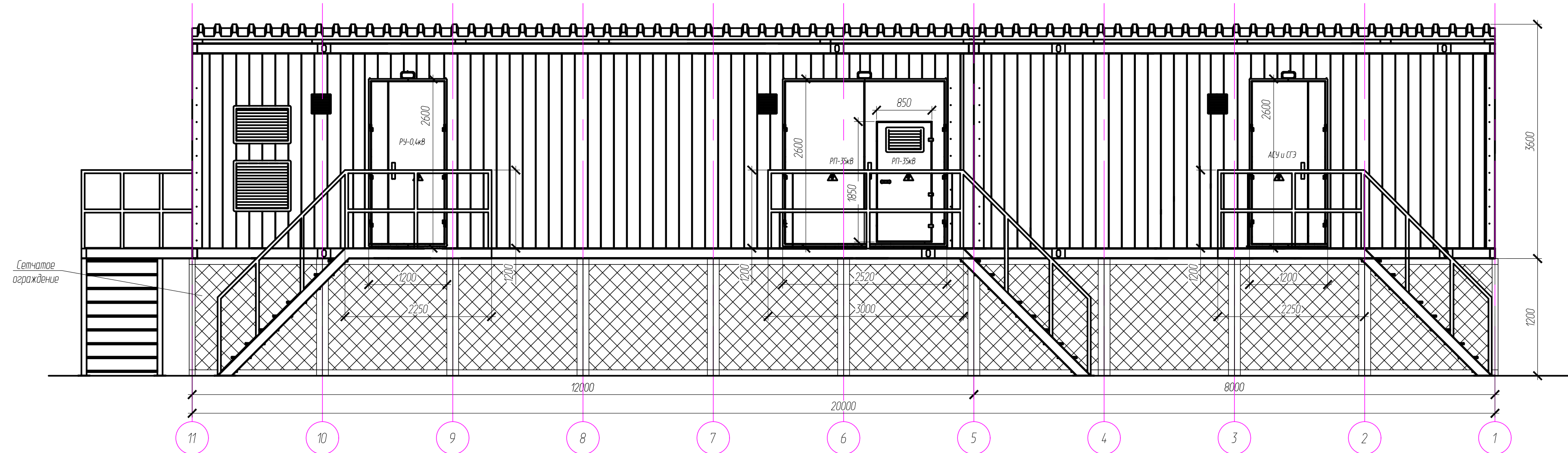
Фасад 1-11
(1:50)



Фасад А-В
(1:50)



Фасад 11-1
(1:50)



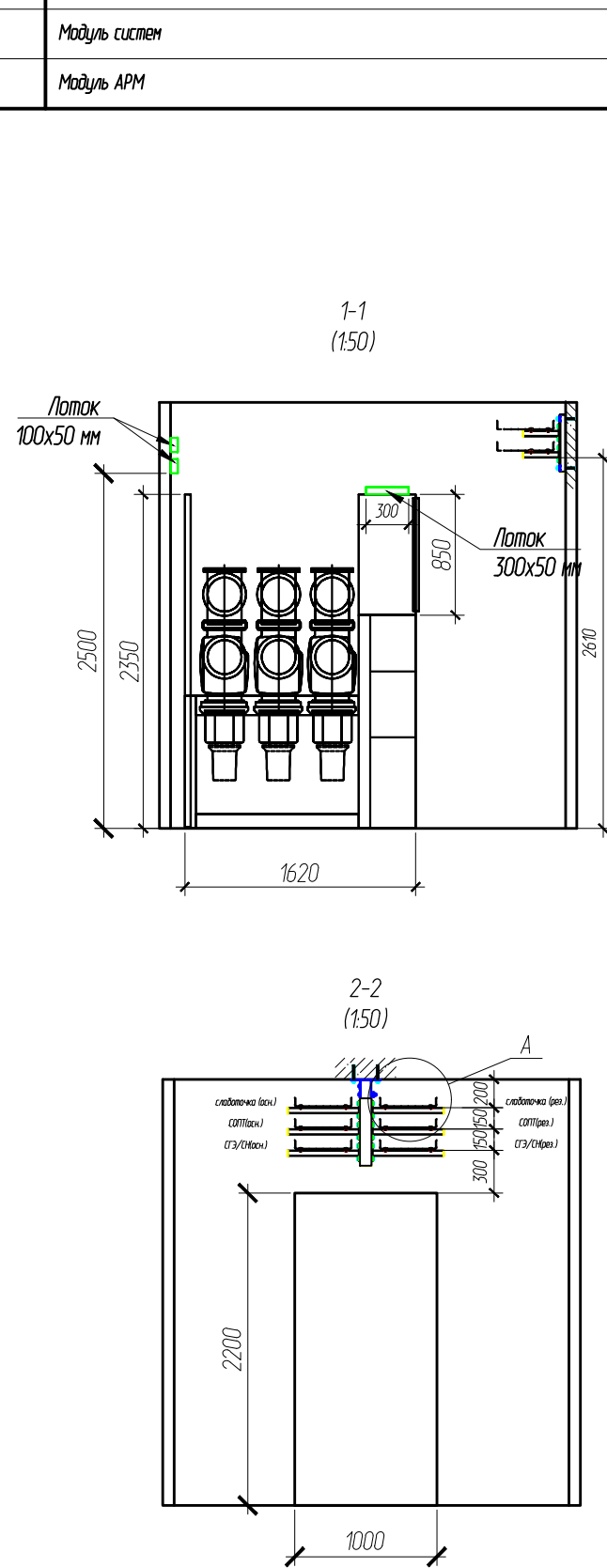
Примечания:

- 1 Крыша всего здания двухскатная, транспортируется отдельным грузавым 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/м.
- 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).

| | | | | | | | | |
|------------|-----------|----------|--------|---------|------|---|-------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.12-И/О3.1.05 | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Техническая ВЭС | Статья | Лист |
| Разработал | Егоров | 19.02.21 | | | | Ветропарковая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. "Техническая ВЭС". | П | 1 |
| Проверил | Вершинин | 19.02.21 | | | | Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | |
| Нач. отд. | Вершинин | 19.02.21 | | | | | | |
| И. контр. | Пирогова | 19.02.21 | | | | | | |
| Утв. | | | | | | Фасады модуля управления | ООО "ЕРСМ Сибири" | |
| Гип. | Бондарчук | 19.02.21 | | | | | | |

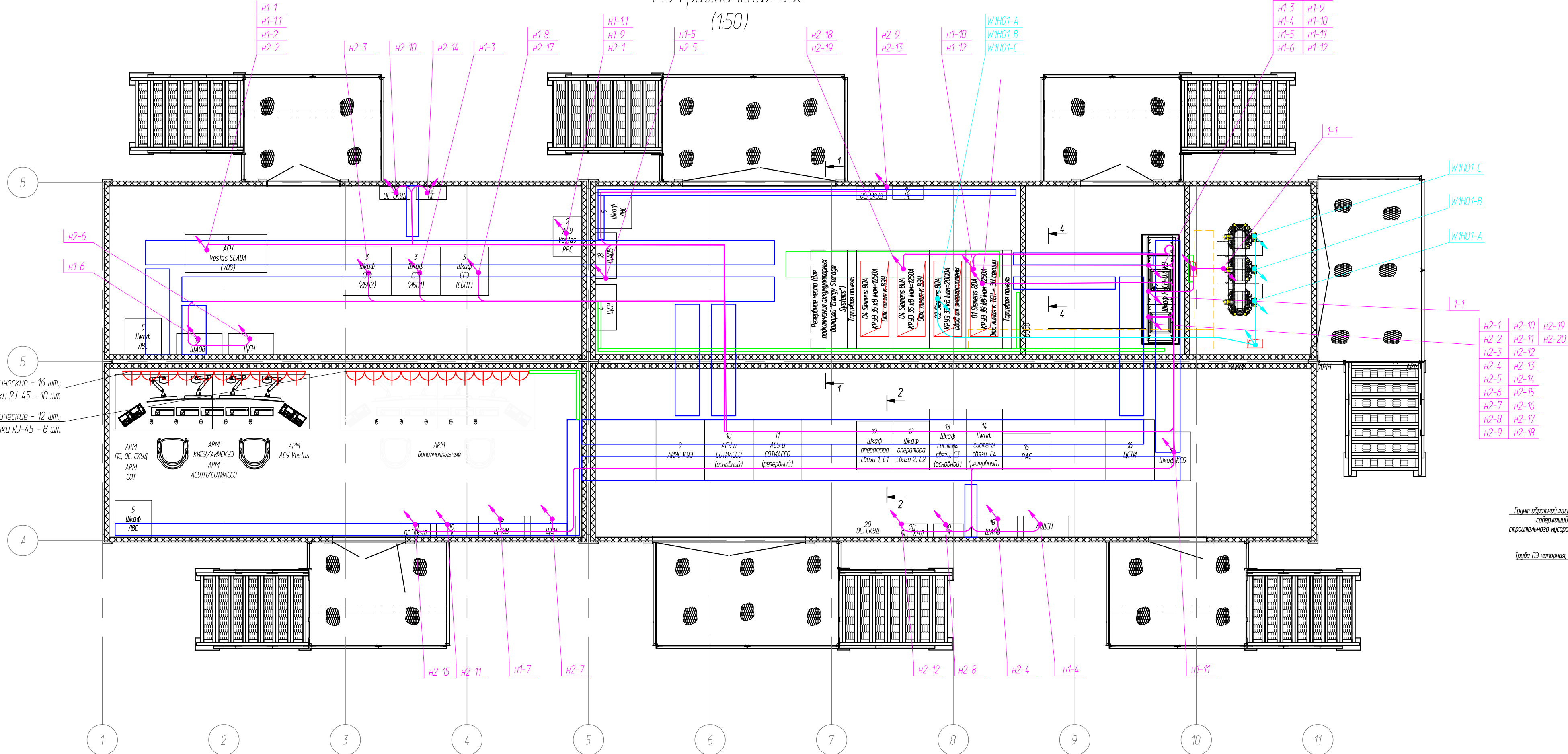
| Экспликация помещений | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------|-----------|
| № помещения | Наименование помещения | Площадь, м² | Кол. пом. |
| 1 | Модуль АСУ и ЦТ | 2163 | В4 |
| 2 | Модуль РП-35 кВ | 32,75 | В4 |
| 3 | Модуль систем | 32,75 | В4 |
| 4 | Модуль АРМ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

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

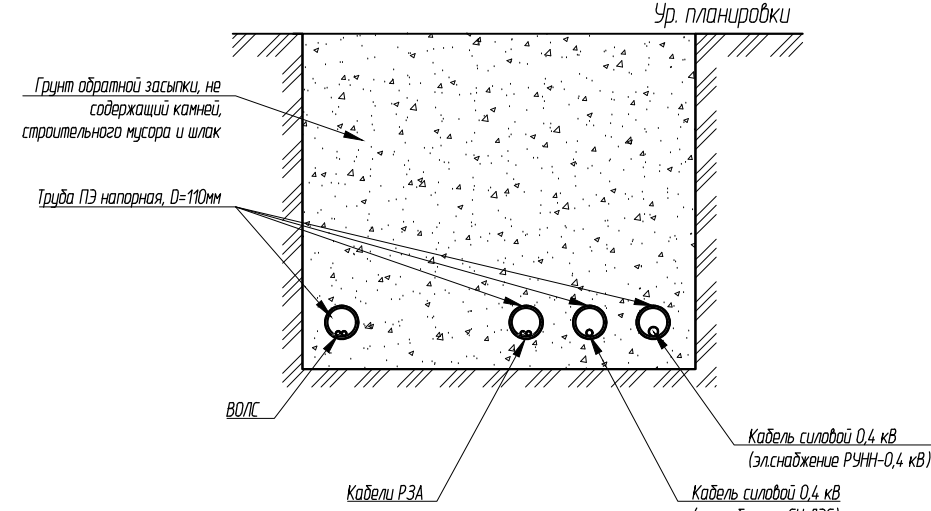


Розетки электрические – 16 шт.,
двухпортовые розетки RJ-45 – 10 шт.

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



Прокладка КЛ-0,4 кВ до
ДЭС(1:25)

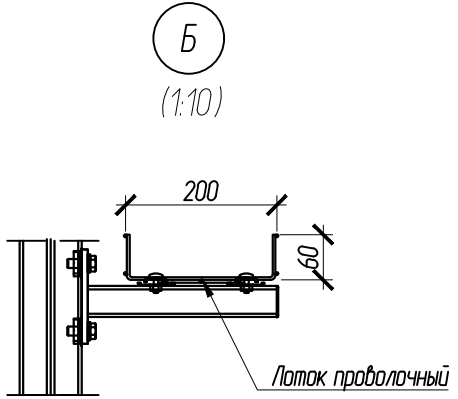
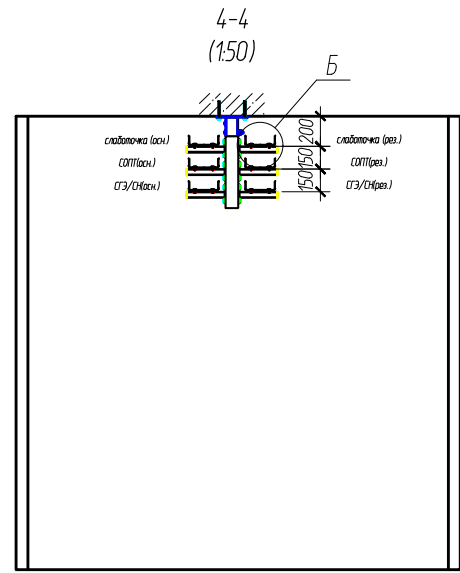
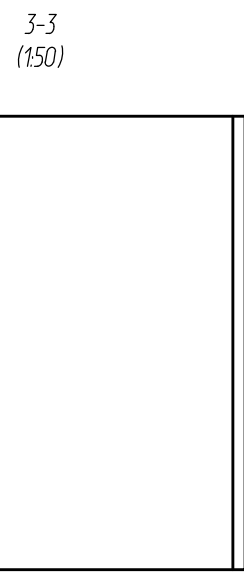
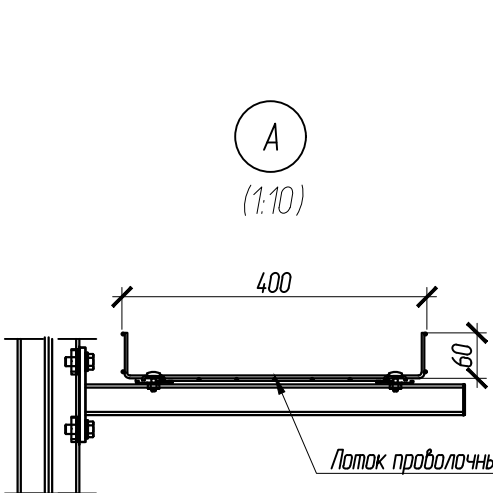


Экспликация оборудования

| Поз. | Наименование | Ед. | Кол-во | Производитель |
|------|---|-----|--------|---------------|
| 1 | Шкаф АСУ Vestas SCADA (VAB) | шт. | 1 | |
| 2 | Шкаф АСУ Vestas PPC | шт. | 1 | |
| 3 | Шкафы ЦТ (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 СОТИ АССО Основной | шт. | 1 | |
| 11 | Шкафы АСУ и СОТИ 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 ЦС (центра сбора технологической информации) | шт. | 1 | |
| 17 | Шкаф КСБ | шт. | 1 | |
| 18 | Щит автоматики отопления вентиляции (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 | |



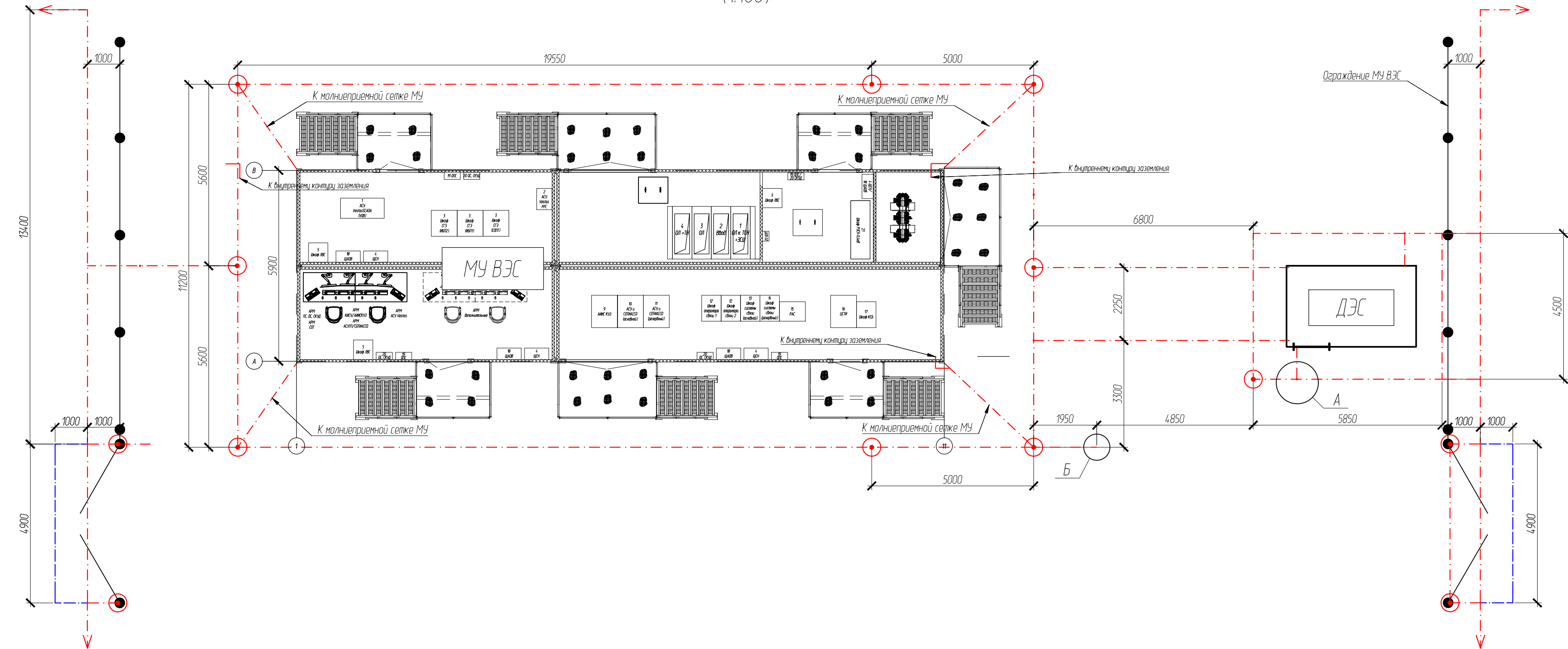
| | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|----------|--------|-------------------|------|
| ВЭС000107.356.112-И/ПЗ.1.06 | | | | | |
| ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата |
| Разработал | Егоров | 19.02.21 | | | |
| Проверил | Вершинин | 19.02.21 | | | |
| Нач. отд. | Вершинин | 19.02.21 | | | |
| Н. контр. | Пирогова | 19.02.21 | | | |
| Утв. | | | | | |
| ГМП | Бондарчук | 19.02.21 | | | |
| Фасады модуля управления | | | | ООО "ЕРСМ Сибири" | |

| | | | | |
|------------|--------|--|--|--|
| Составлено | | | | |
| Взят | инф. № | | | |
| Подписан | инф. № | | | |
| Изд. № | инф. № | | | |

К внешнему контуру заземления
Гражданская ВЭС. РУ-220 кВ, РУ-35 кВ
ВЭС000107.356.15-ИЛО4.1

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

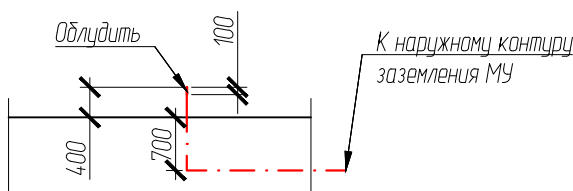
К внешнему контуру заземления
Гражданская ВЭС. РУ-220 кВ, РУ-35 кВ
ВЭС000107.356.15-ИЛО4.1



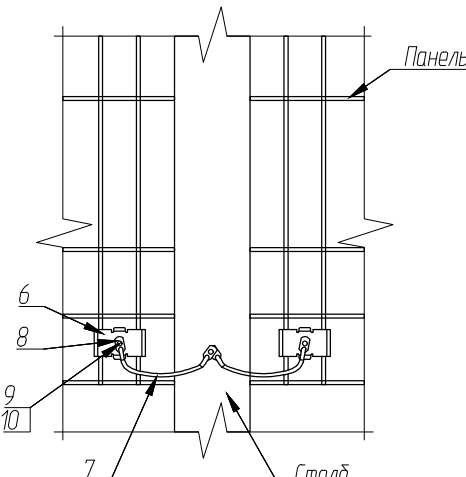
К внешнему контуру заземления МУ
Покровской ВЭС
ВЭС000107.356.2.12

К внешнему контуру заземления МУ
Покровской ВЭС
ВЭС000107.356.2.12

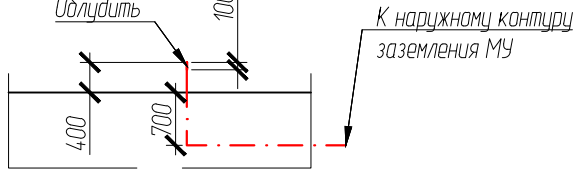
А
Место заземления ДЭС
(1:100)



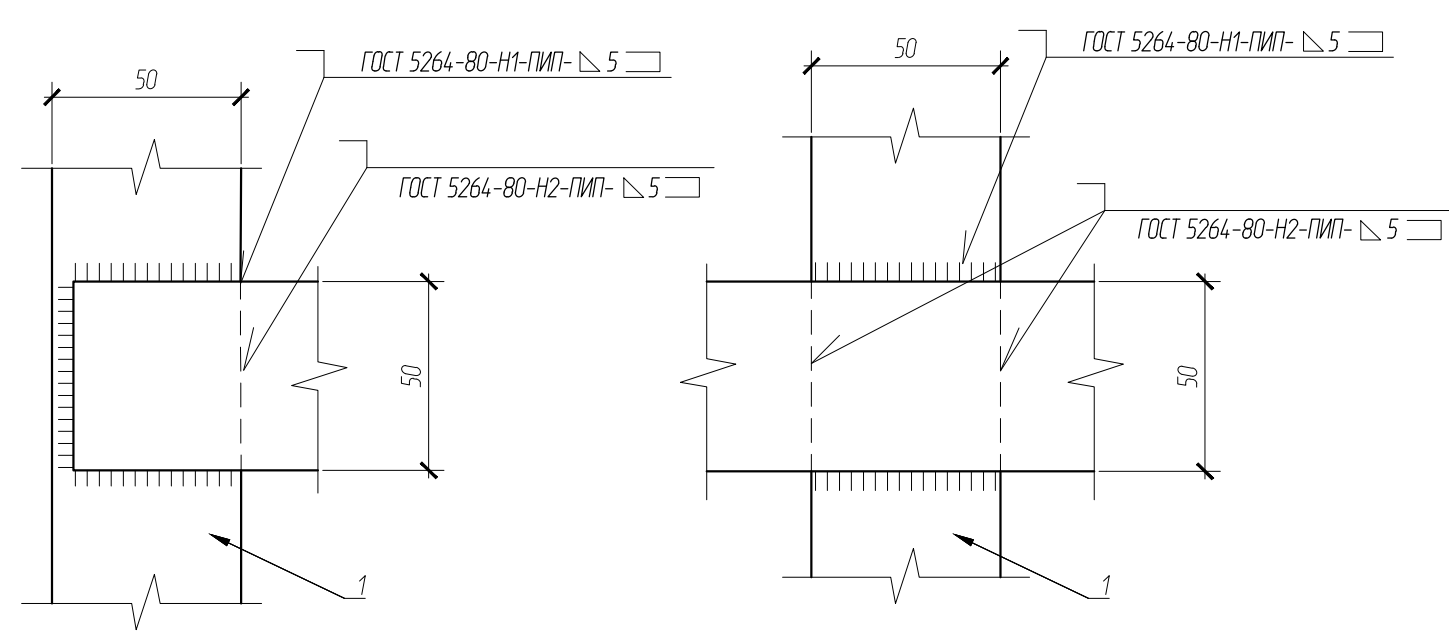
Б
Узел заземления внешнего
ограждения
(1:10)



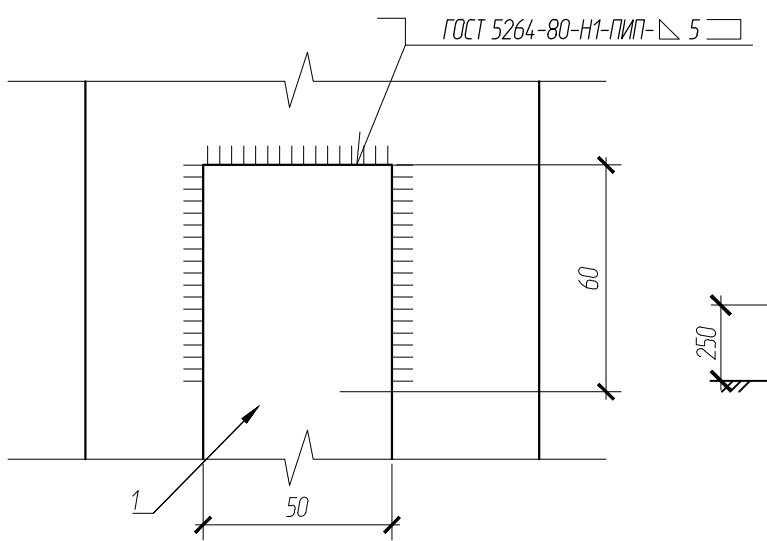
Б
Место заземления рукавоф
пожарных машин
(1:100)



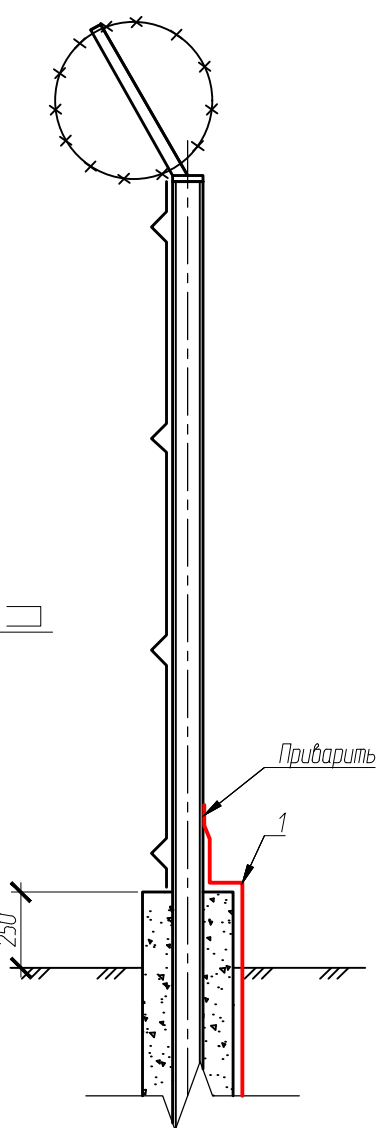
Соединение полос заземления между собой
(1:2)



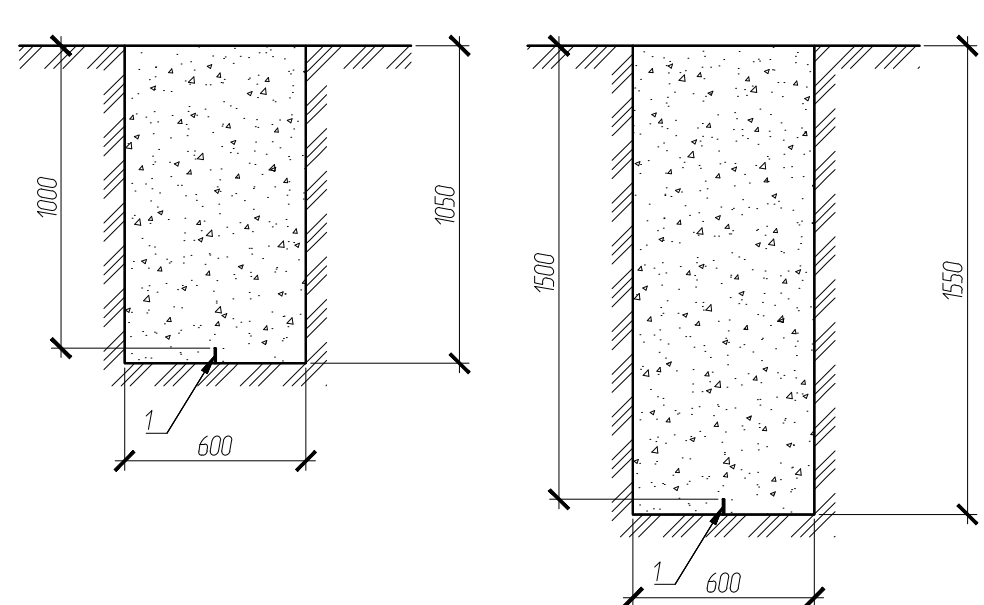
Присоединение полосы заземления
к опорной стойке оборудования
(1:2)



Заземление
внешнего ограждения
(1:25)



Разрезы траншей для прокладки
полос заземления
(1:25)



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 межой просеивной земли или песка | Рытье траншеи | Обратная засыпка | Объем межой просеивной 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 50x5 мм проложенная в грунте (на глубине 1 м от урз земли);
- - - - - Сталь полосовая оцинкованная 50x5 мм проложенная в грунте (на глубине 1,5 м от урз земли);
○ Стальной прут круглого сечения оцинкованный Ø18 мм (вертикальный электрод заземления длиной 5 м);

Примечания:
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 заземляющими проводниками осуществлять сваркой способом "внахлест" согласно ГОСТ 5264-80 тип Н1-Н2. Сварной шов должен быть сплошным. Длина "нахлеста" должна быть не менее двукратной ширины при прямоугольном сечении. Высота сварного шва должна быть не менее 5 мм. Сварные соединения стальных элементов заземления должны быть защищены от коррозии при помощи составов Цинкал + А/ПОЛ (поз.3,4) на 50-100 мм в обе стороны от сварного шва;
3 Магистраль контура заземления прокладывать на расстоянии 0,8-1 м от оснований оборудования;
4 В соответствии с п. 1.7.94, ПУЭ у входов в здание производятся - укладка проводников на расстоянии 1 и 2 м от заземлителя на глубине 1 и 15 м соответственно и соединение этих проводников с заземлителем;
5 Заземлители и заземляющие полосы, расположенные в земле, не должны иметь окраски;
6 У мест обхода заземляющих проводников должен быть нанесен знак "Заземление";
7 Выпуски контура заземления из грунта покрасить краской на основе дилума черного цвета, в местах отпаек нанести желто-зеленые полосы;
8 Положение заземлителей уточнить по месту;
9 Соприкосновение заземляющего устройства в любое время года не должно превышать 0,895 Ом;
10 Для каждого блока МУ ВЭС организовать по два выпуска от горизонтального заземлителя для подключения опусков молниеприемной сетки;
11 Выходящие за пределы ограды горизонтальные заземлители, трубы и кабели с металлической оболочкой или броней и другие металлические коммуникации должны быть проложены посередине между стойками ограды на глубине не менее 0,5 м;
12 Внешний заземлитель присоединяется к наружному контуру заземления МУ ВЭС не менее чем в четырех точках;
13 Схема расположения элементов ограды МУ ВЭС представлена в листе ВЭС000107.356.112-ИЛО2.

| | | | | | |
|---|-----------|------|--------|---------|----------|
| ВЭС000107.356.112-ИЛО3.107 | | | | | |
| ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата |
| Разработ | | | | | 19.02.21 |
| Проверил | Вершинин | | | | 19.02.21 |
| Нач. отд. | Вершинин | | | | 19.02.21 |
| ГИП | Бондарчук | | | | 19.02.21 |
| И контр. | Пирогова | | | | 19.02.21 |
| Утв. | | | | | |
| Ветропарковая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. "Гражданская ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | | | Стация | Лист |
| План заземления МУ Гражданская ВЭС и ДЭС | | | | Лист | 1 |
| ООО "ЕРСМ Сибири" | | | | | |

ВНИМАНИЕ!

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

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

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)

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|---|----------|--|--------------------|------|--------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1.КЖ | | | |
| | | | | | | 000 "Четырнадцатый 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 | | | | |
| Утв. | | | | | | Кабельный журнал КЛ-0,4 кВ | 000 "ЕРСМ Сибдери" | | |

| 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 ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1КЖ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | |
| АПВШнг(А)-LS-1 | 4х95 | 4 | 2 | 30 | 8 | | | | 38 | | | | | | | | |
| ВВШнг(А)-LS-0,66 | 3х6 | 3 | 1 | 30 | | | | | 30 | | | | | | | | |
| ВВГнг(А)-LS-0,66 | 5х10 | 5 | 1 | | | | 15 | | 15 | | | | | | | | |
| ВВГнг(А)-LS-0,66 | 5х6 | 5 | 9 | | | | 181 | | 181 | | | | | | | | |
| ВВГнг(А)-LS-0,66 | 3х6 | 5 | 13 | | | | 361 | | 361 | | | | | | | | |
| ВВГнг(А)-FRLS-0,66 | 3х6 | 3 | 8 | | | | 154 | | 154 | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | ВЭС000107.356.1.1.2-ИЛОЗ.1КЖ | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| | | | | | | | | | | | | Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата |

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | 64 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|----------------|--|
| 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-дымодыделением, 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-дымодыделением | 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-дымодыделением | 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 | | |
| | | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|------|----------|------|--------|---------|------|------------------------------|------|
| | | | | | | ВЭС000107.356.11.2-ИЛО3.1.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 водоотлива | | 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 | °С | плюс 5,8 |
| 2 | Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченность 0,89 | °С | минус 29 |
| 3 | Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, обеспеченность 0,92 | °С | минус 26 |
| 4 | Средняя температура наиболее холодного месяца | °С | минус 11,7 (январь) |
| 5 | Средняя максимальная температура атмосферного воздуха наиболее теплого месяца | °С | плюс 22,7 (июль) |

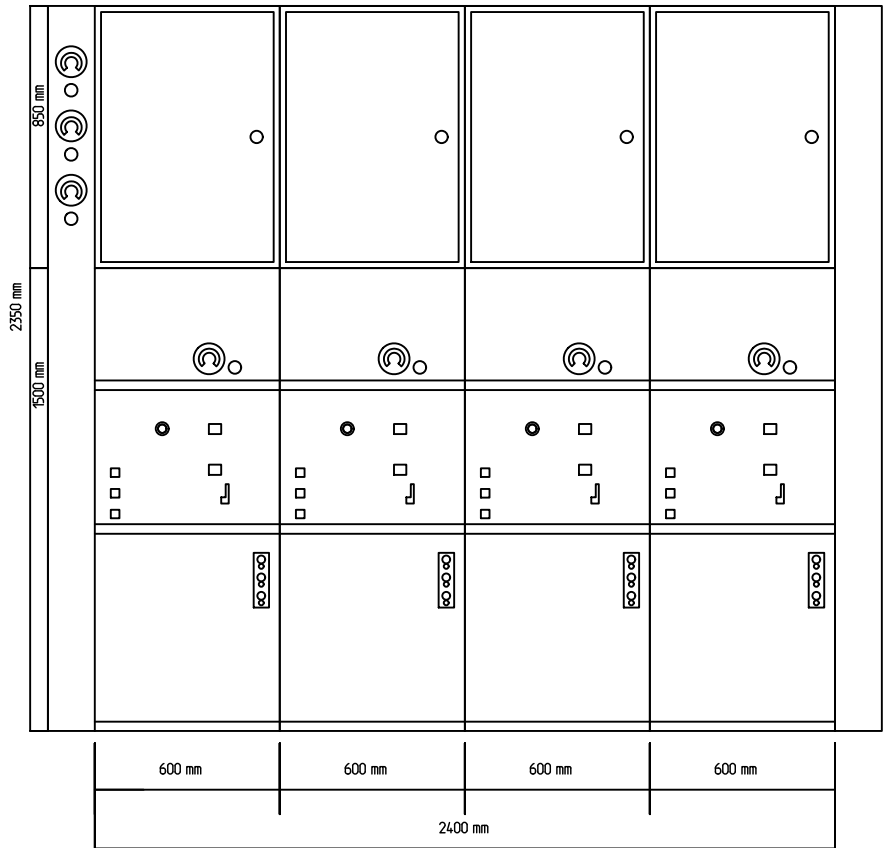
Примечания:

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 4х40, 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.

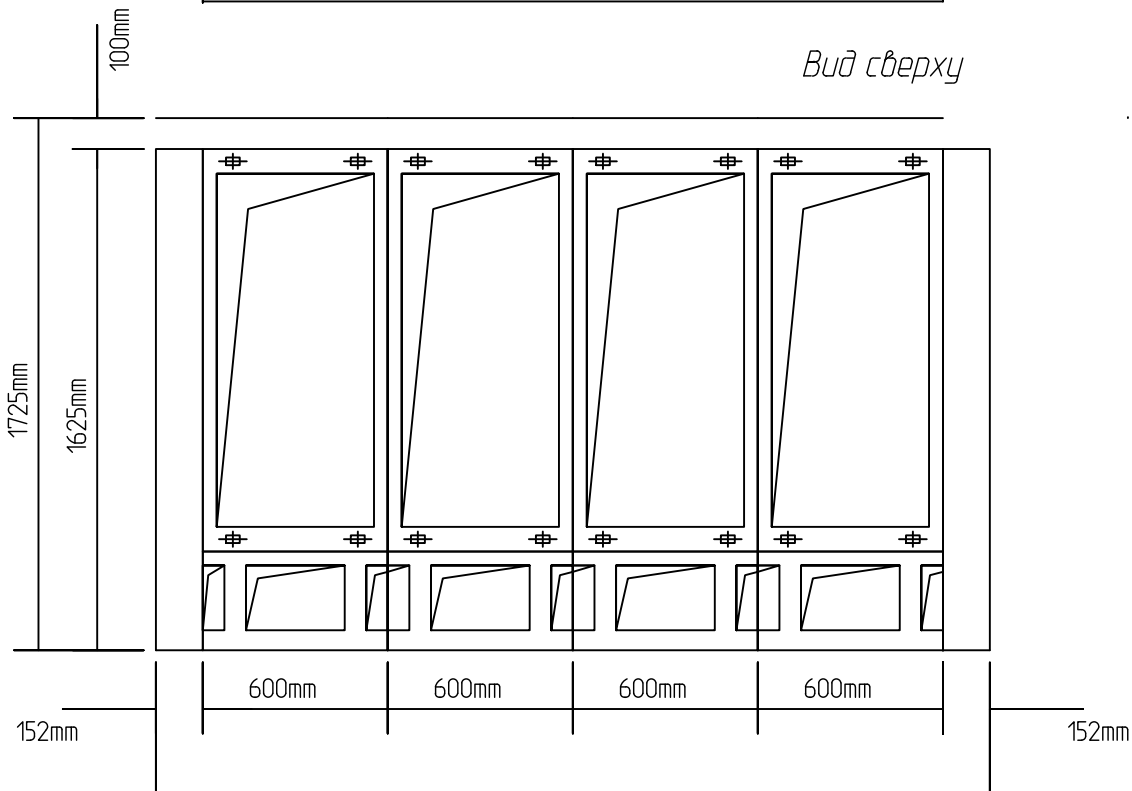
| | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------|--------|---|----------|---|--|--|-------------------|------|--------|
| | | | | | | Приложение А | | | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | | | | | |
| Разраб. | Егоров | | |  | 19.02.21 | "Гражданская ВЭС Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская 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 | | | | | | |
| Н. контр. | Пирогова | | |  | 19.02.21 | Опросный лист на МУ ВЭС | | | ООО "ЕРСМ Сибдир" | | |
| Утв. | | | | | | | | | | | |

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

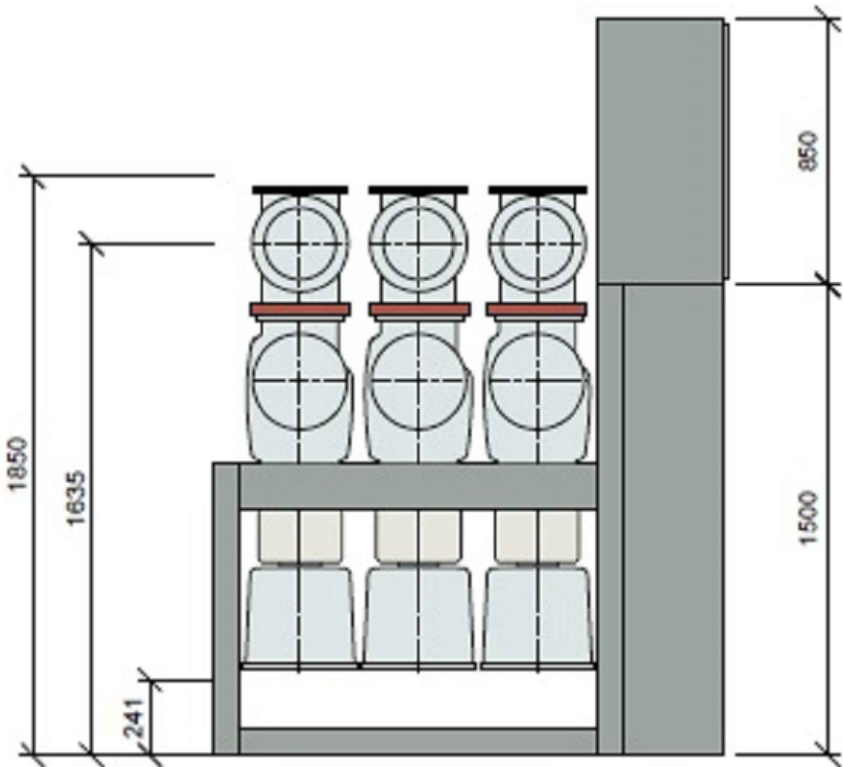
Вид спереди








Вид сверху

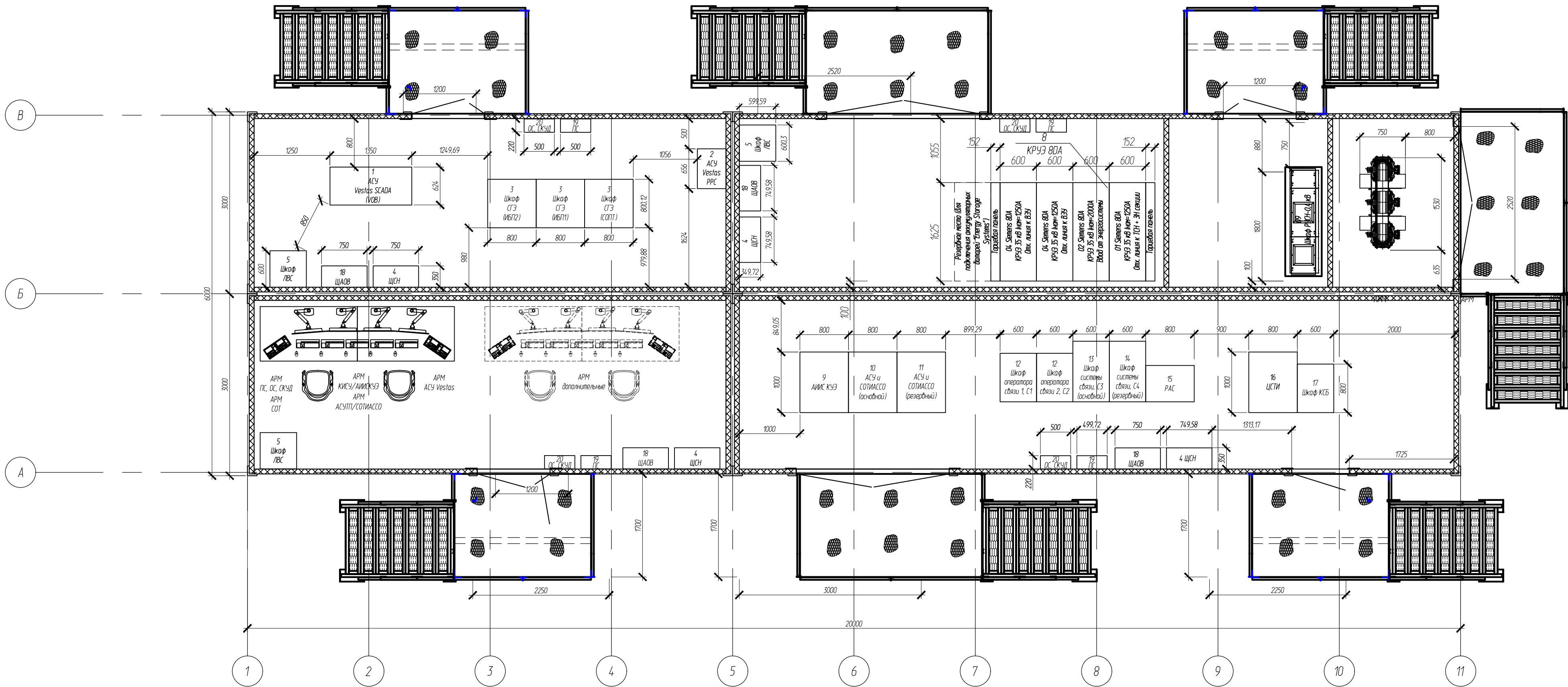


Вид сбоку



| | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------|--------|---|----------|--|--|--------------------|------|--------|
| | | | | | | Приложение А | | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | "Гражданская ВЭС. Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | Стадия | Лист | Листов |
| Разраб. | Егоров | | |  | 19.02.21 | | | П | 2 | 11 |
| Проверил | Вершинин | | |  | 19.02.21 | | | | | |
| Нач. отд. | Вершинин | | |  | 19.02.21 | | | | | |
| ГИП | Бондарчук | | |  | 19.02.21 | | | | | |
| Н. контр. | Пирогова | | |  | 19.02.21 | Внешний вид РУ-35кВ на базе КРУЭ 8ДА | | ООО "ЕРСМ Сибдери" | | |
| Утв. | | | | | | | | | | |

| Экспликация помещений | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------|-----------|
| № помещения | Наименование помещения | Площадь, м² | Кол. пом. |
| 1 | Модуль АСУ и ГТЭ | 21,63 | В4 |
| 2 | Модуль РП-35 кВ | 32,75 | В4 |
| 3 | Модуль систем | 32,75 | В4 |
| 4 | Модуль МУС | 21,63 | В4 |

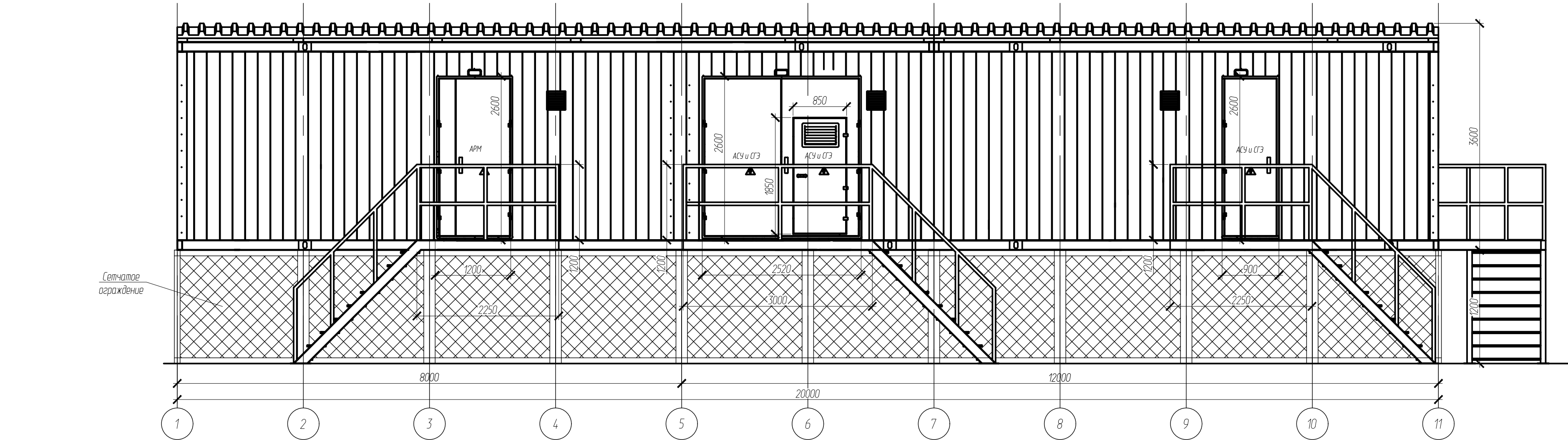


| Экспликация оборудования | | | | |
|--------------------------|--|-----|--------|---|
| Поз. | Наименование | Ед. | Кол-во | Производитель |
| 1 | Шкаф АСУ Vestas SCADA (VOB) | шт. | 1 | в поставке ВЭ |
| 2 | Шкаф АСУ Vestas PPC | шт. | 1 | в поставке ВЭ |
| 3 | Шкафы ГТЭ (системы гарантированного электроснабжения в составе ИБП №1, ИБП №2, СОПТ) | шт. | 3 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.2 |
| 4 | ЩСН модульного здания | шт. | 4 | в поставке МУ |
| 5 | Шкаф ЛВС (для организации доступа к ЛВС) | шт. | 3 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.1 |
| 6 | ТСН типа ТСЛ-100/35-УЗ | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.1 |
| 7 | АРМ | шт. | 5 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.1 ВЭ000086.286.112-ИИ03.4 ВЭ000086.286.112-ИИ05.2 |
| 8 | Распределительное устройство 35кВ КРУЭ ВДА Siemens | шт. | 4 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.1 |
| 9 | АИИС КУЭ Шкаф серверов | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.4 |
| 10 | Шкаф АСУ и СОТИ АССО Основной | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ05.2 |
| 11 | Шкаф АСУ и СОТИ АССО Резервный | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ05.2 |
| 12 | Системы связи. Шкаф оператора связи | шт. | 2 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.1 |
| 13 | Шкаф системы связи Основной | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.1 |
| 14 | Шкаф системы связи Резервный | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.1 |
| 15 | Шкаф РАС (регистратор аварийных событий) | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.3 |
| 16 | Шкаф ЦСТИ (центра сбора технологической информации) | шт. | 1 | По отдельному плану |
| 17 | Шкаф КСБ | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ04.2 |
| 18 | Щит автоматики отопления вентиляции (ЩАОВ) | шт. | 4 | в поставке МУ |
| 19 | Шкаф пожарной сигнализации (ПС) | шт. | 4 | в поставке МУ |
| 20 | Шкаф системы безопасности и охранной сигнализации (ОС, СКУД) | шт. | 4 | в поставке МУ |
| 21 | Шкаф РУСН-0,4 кВ | шт. | 1 | ВЭ000086.286.112-ИИ03.1 |

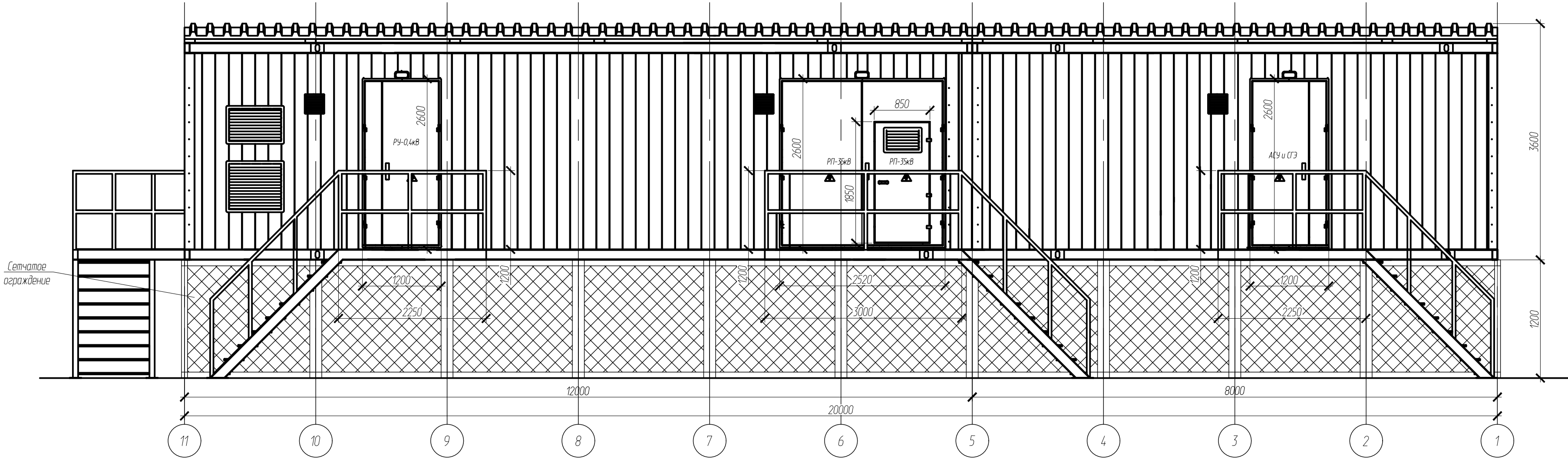
- Примечания:
1. Разстановка навесного и шкафного оборудования носит условный характер. На этапе изготовления и проработки конструкторской документации завод-производитель может вносить корректировки по установке оборудования, не влияющие на изменение технических характеристик МУ.
 2. Габаритные размеры технологических отверстий для ввода кабельных линий определяются на стадии разработки РД.
 3. Габаритные размеры ЩСН, СКУД, ПС, ЩАОВ, РУСН-0,4 кВ уточняются при разработке конструкторской документации.
 4. Пакетирование оборудования (согласно спецификации) производится заводом-изготовителем по схемам, предоставленным Проектной организацией.
 5. Кабельные конструкции для прокладки кабеля в МУ ВЭС входят в комплект поставки, место установки уточняется при разработке конструкторской документации.
 6. Крыша всего здания двухскатная, транспортируется отдельным грузовой местом. Показана условно. Точный конструктив будет определен при разработке КД.
 7. Высота помещений от пола до потолка 3000 мм.
 8. Системы окраски металлических конструкций БМЗ - грунт Тетраплат ЕЕ (40...60 мкм)/ ВКФ-093 (18.24 мкм); - алкидная краска Tetralas FDSO (40...60 мкм).
 9. Площадки обслуживания применены для высоты фундамента Н=1,2 м.
 10. Количество и расположение свай определяет проектная организация, осуществляющая привязку объекта.
 11. Крепление блочно-модульного здания к фундаменту производится при помощи сварки.
 12. Максимальная вертикальная нагрузка от пола на фундамент - равномерно распределенная и составляет q=1000 кг/м.

| Приложение А | | | | | |
|--|-----------|----------|--------|-------------------|----------|
| ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата |
| Разраб. | Егорова | 19.02.21 | 1 | И | 19.02.21 |
| Проверил | Вершинин | 19.02.21 | 2 | И | 19.02.21 |
| Нач. отд. | Вершинин | 19.02.21 | 3 | И | 19.02.21 |
| ГИП | Бондарчук | 19.02.21 | 4 | И | 19.02.21 |
| И. контр. | Пирогова | 19.02.21 | 5 | И | 19.02.21 |
| Утв. | | | | | |
| Ветропарковая станция, двухфазно-модульное оборудование, этап 2, "Тракторная ВЭС". Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС) | | | | Стадия | Лист |
| План расположения оборудования | | | | П | 4 |
| | | | | Листов | 11 |
| | | | | ООО "ЕРСМ Сибирь" | |

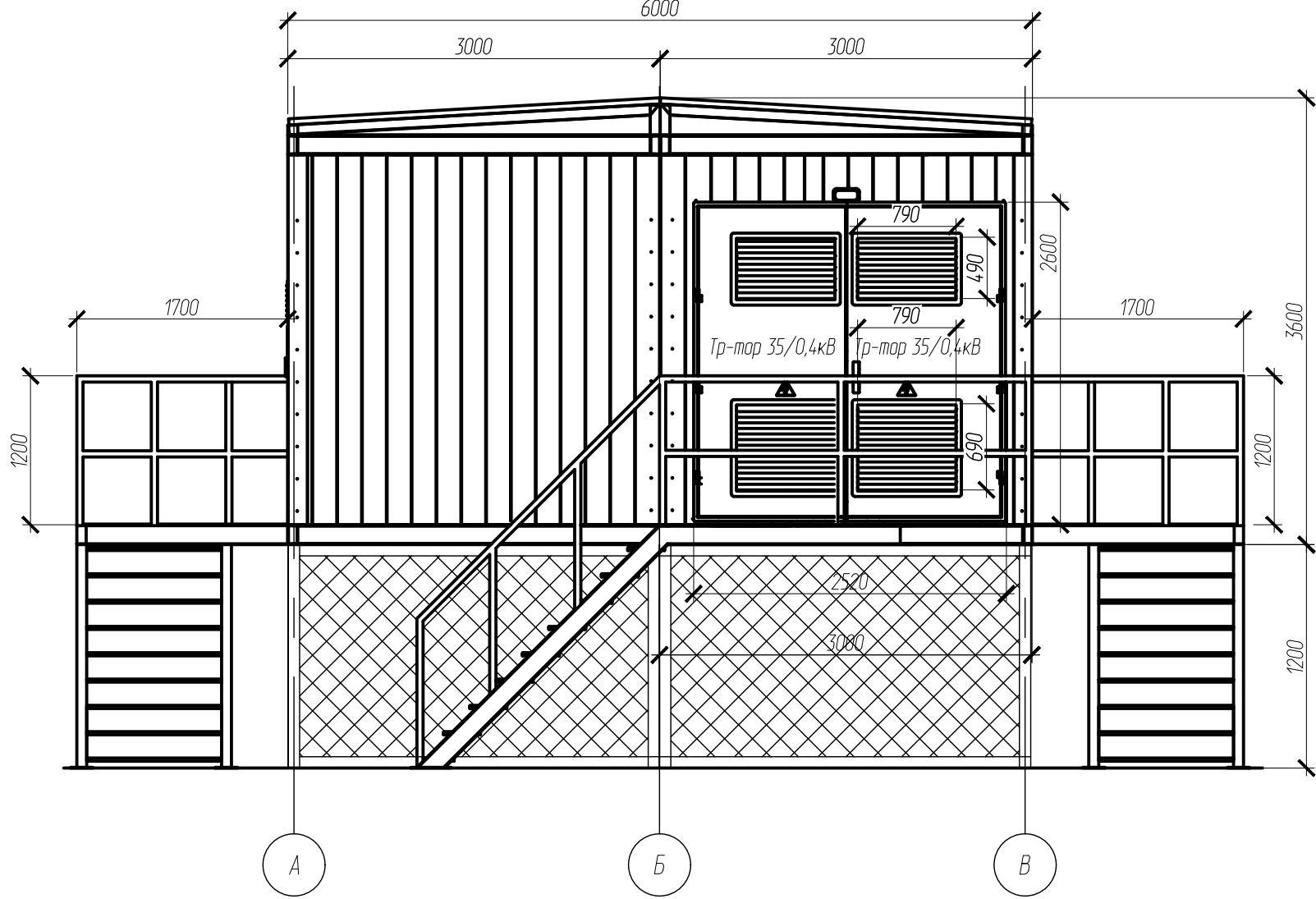
Фасад 1-11
(1:50)








Фасад 11-1
(1:50)

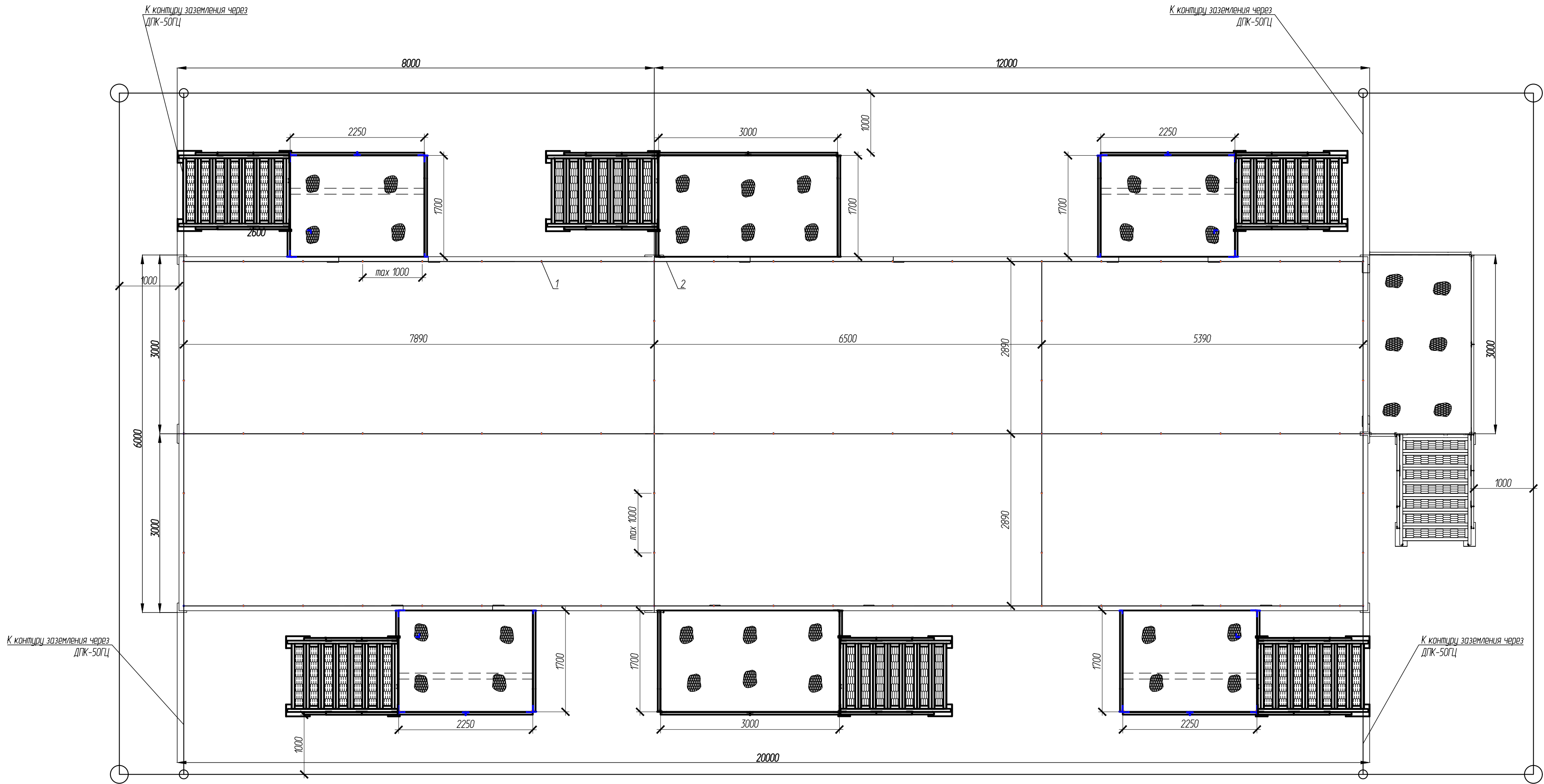


Фасад А-В
(1:50)



| | | | | | | | | | | |
|-----------|---------|-----------|--------|---|----------|--|-------------------|------|--------|--|
| | | | | | | Приложение А | | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | | |
| Изм. | Кол.уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Ветропарковая станция, двухфазно-однофазные автомобильные дороги, Этап 2, "Гражданская 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. | | | | | | | | | | |

| | |
|--------------|--|
| Создана | |
| Взам. инв. № | |
| Подпись дата | |
| Инв. № табл. | |



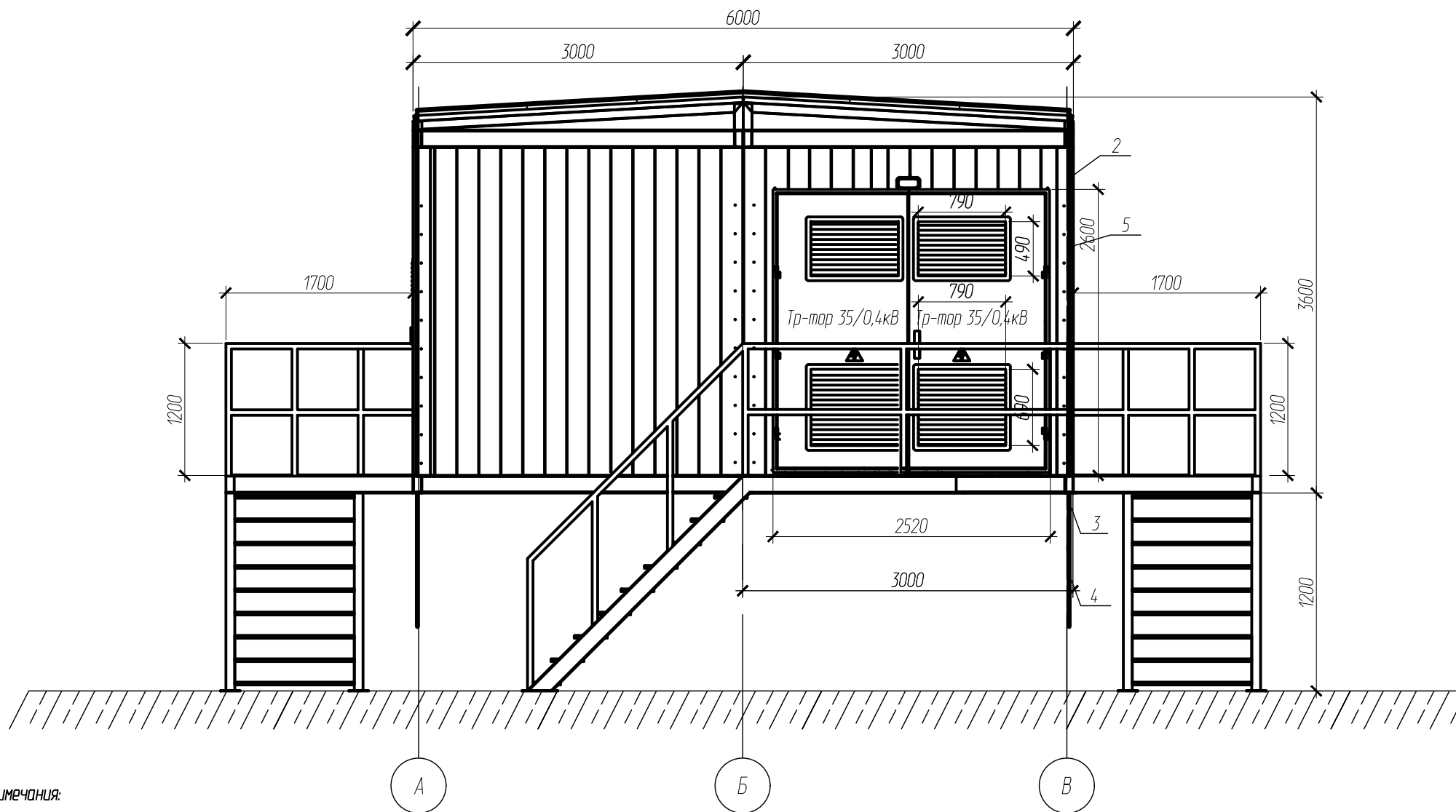
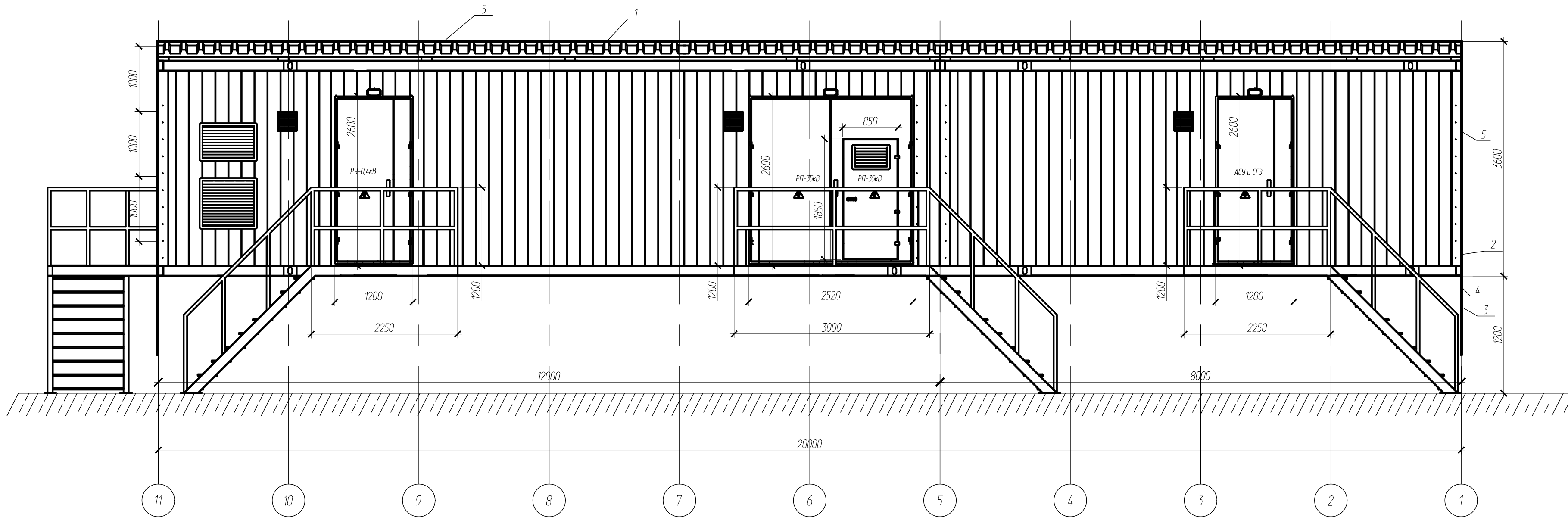
Примечания

- 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 d=8мм).

| Поз. | Наименование |
|------|-------------------------------|
| 1 | Держатель ДПК-100ПЦ |
| 2 | Круг стальной оцинкованный Ø8 |

| Приложение А | | | | | |
|---|-----------|----------|--------|-------------------|------|
| ООО "Четырнадцатый 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 | | | |
| ГИП | Бондарчук | 19.02.21 | | | |
| Н. контр. | Пирогова | 19.02.21 | | | |
| Утв. | | | | | |
| Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги, Этап 2, "Гражданская ВЭС", Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | | | Стадия | Лист |
| Схема молниеотвода | | | | П | 5 |
| | | | | Листов | 11 |
| | | | | ООО "ЕРСМ Сибири" | |

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



Примечания:

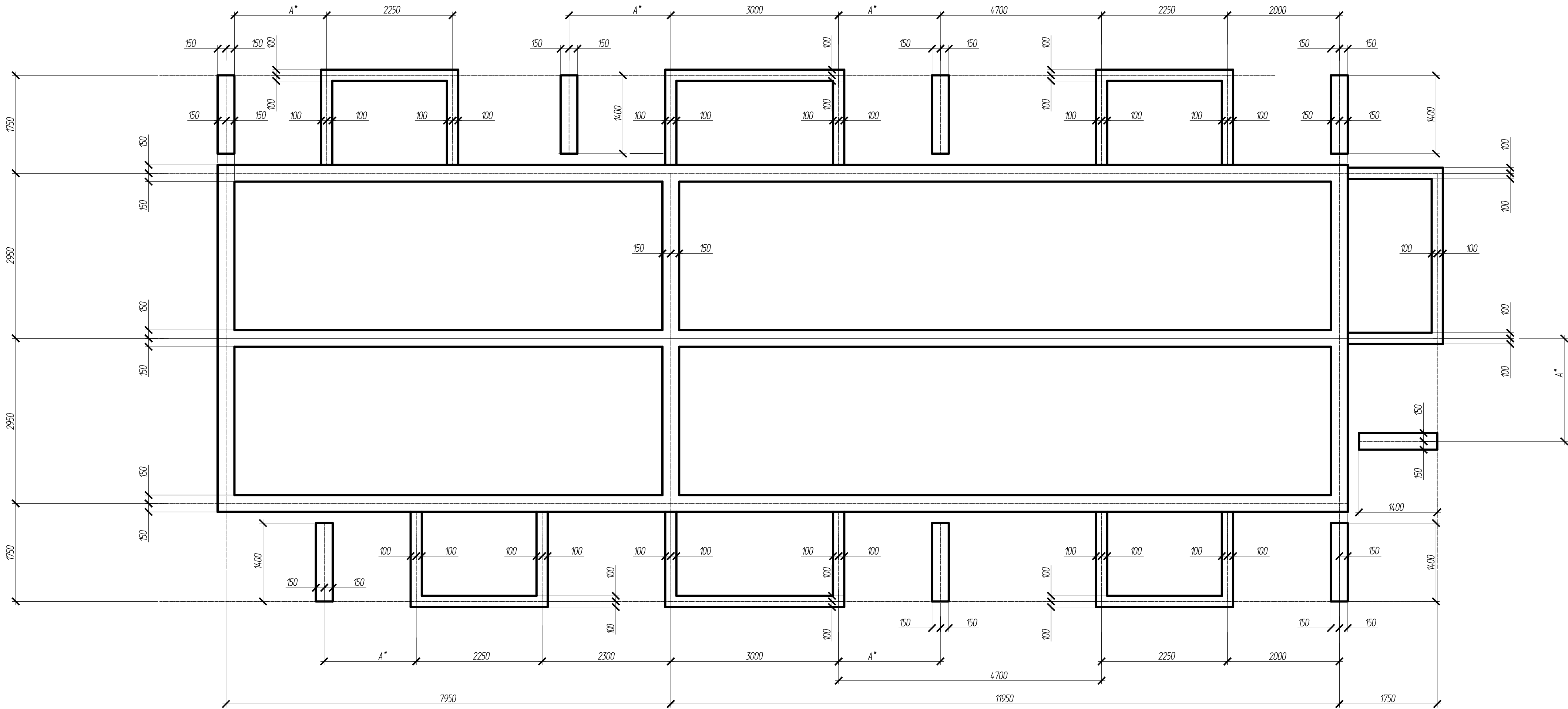
В соответствии с требованиями РД 34.21.122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений" модуль управления подлежит защите от прямых ударов молнии. Защита от прямых ударов молнии обеспечена молниеприемной сеткой располагаемой на крыше здания по периметру каждого модуля.

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 "Четырнадцать 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 | | | |
| ГИП | Бондарчук | 19.02.21 | | | |
| Н. контр. | Пирогова | 19.02.21 | | | |
| Утв. | | | | | |
| "Гражданская ВЭС" | | | | Стадия | Лист |
| Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги, Этап 2, "Гражданская ВЭС". | | | | П | 6 |
| Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | | | Листов | 11 |
| Схема молниеотвода | | | | ООО "ЕРСМ Сибири" | |

| | | |
|--------|--------------|--|
| Изд. № | Согласовано | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Изд. № | Взам. инв. № | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Изд. № | Подпись | |
| | | |
| | | |
| | | |



Примечания:
1 Растверг под модульное здание - сплошное металлическое основание. Рама основания каждого модуля прикручивается к раствержку.
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 "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | |
| Изм | Кол.уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | Стация | Лист |
| Разраб. | Егоров | | |  | 19.02.21 | "Гражданская ВЭС" Ветропарная электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги. Этап 2. "Гражданская 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. | | | | | | | | |

Ю.29/16/Согласовано

Взам. инб. №

Подпись и дата

Инб. № подл.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|--|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|----------|
| Номер секции сборных шин | 1 секция 380/220В | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Сборные шины АДЗТТ 160 А | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Выключатель ЩСН | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Коммутационный аппарат | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Трансформаторы тока | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Измерительные приборы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ТСН 35/0,4 кВ 100 кВА | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование присоединения | Тр-р 1 | Ввод 1 | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | СВ | Линия | Линия | Линия | Линия |
| Номер аппарата | - | 10F | QF1 | QF2 | QF3 | QF4 | QF5 | QF6 | QF7 | QF8 | QF9 | QF10 | QF11 | QF12 | QF13 | QF14 | QF15 | QF16 | 30F | 20F1 | 20F2 | 20F3 | 20F4 |
| Коммутационный аппарат | Тип аппарата | УРВ160S | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | УРВ160S | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M |
| | Номинальный ток, А | 160 | 16 | 32 | 32 | 40 | 16 | 32 | 32 | 32 | 6 | 6 | 6 | 6 | 16 | 16 | 32 | 32 | 160 | 6 | 32 | 32 | 16 |
| | Тип расцепителя, (предохранителя) | Электронный | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Электронный | - | - | - | - |
| | Ток расцепителя, (плавкой вставки), А | 160 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - | - | - |
| | Исполнение | Втычной | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Втычной | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. |
| | Прибор | Моторный-220 | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Моторный-220 | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной |
| | Независимый расцепитель | ~220 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ~220 | - | - | - | - |
| | Порог срабатывания тепловой защиты | (0,4-1,0)хIn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (0,4-1,0)хIn | - | - | - | - |
| | Порог срабатывания эл-магнитной защиты | 1хIn | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1хIn | - | - | - | - |
| | Аппарат к ЩСН | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Дополн. контакт | Включено/Отключено | Да | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Да | - | - | - | - |
| | Контакты положения | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Трансф. тока | Срабатывание расцепителя | Да | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Да | - | - | - | - |
| | Количество, ном. ток | 3х150/5 и 3х150/5 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Измерит. приборы | Класс точности | 0,5 и 0,5S (SBA) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Амперметр-шкала А | 0-150 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Вольтметр-шкала В | 500 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Дополнит. оборудов. | Счетчик эл. энергии | Альфа А1805 RL-R4GB-DW-4, IP-3, AT4072 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Контактор | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Присоединение | ТТ для нейтрали | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | Тип КЛ/шины | АПБШВнг(А)-LS | | | | | | | | | | | | | | | | | АД 31Г | | | | |
| | Сечение | 4х95 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | сверху/снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу |
| | Дополнительный резистор для трансформатора тока | 3RDT-5A-1BA-Y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Разетка 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. 30F 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 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 "Четырнадцатый Ветропарк ФРВ" | | | |
| Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | "Гражданская ВЭС. Ветровая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | Стадия | Лист | Листов |
| Разраб. | | Егоров | |  | 19.02.21 | | П | 9 | 11 |
| Проверил | | Вершинин | |  | 19.02.21 | | | | |
| Нач. отд. | | Вершинин | |  | 19.02.21 | | | | |
| ГИП | | Бондарчук | |  | 19.02.21 | ООО "ЕРСМ Сибдир" | | | |
| Н. контр. | | Пирогова | |  | 19.02.21 | | | | |
| Утв. | | | | | | | | | |
| | | | | | | Опросный лист РУСН-0,4кВ (начало) | | | |

Инф. № подл.

Подпись и дата






Взам. инб. №

Согласовано

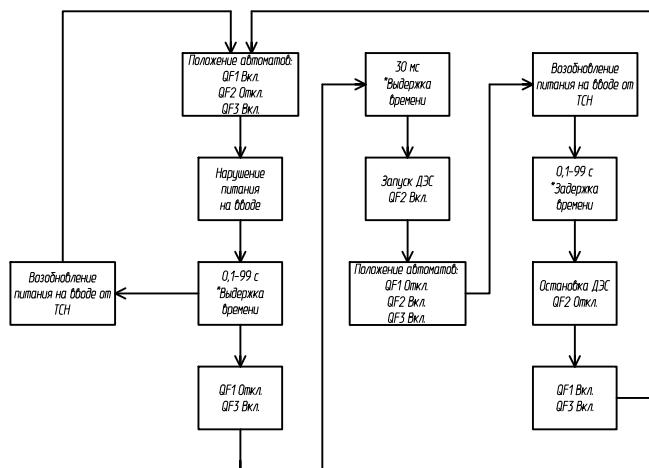
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--|---------------|--|--|
| Номер секции 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 | | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Линия | Ввод 2 | ДЭС 0,4 кВ 100 кВА 80 кВт | | | |
| Номер аппарата | | 20F5 | 20F6 | 20F7 | 20F8 | 20F9 | 20F10 | 20F11 | 20F12 | 20F13 | 20F14 | 20F15 | 20F16 | 20F17 | 20F18 | 20F19 | 20F20 | 20F21 | 20F22 | 20F | - | | |
| Коммута- ционный аппарат | Тип аппарата | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | HE063-M | UPB160S | - | | |
| | Номинальный ток, А | 16 | 16 | 16 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 32 | 32 | 6 | 6 | 16 | 16 | 32 | 160 | - | | |
| | Тип расцепителя, (предохранителя) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | Электронный | - | | |
| | Ток расцепителя, (плавкой вставки), А | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 160 | - | | |
| | Исполнение | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Модульн. | Втычной | - | | |
| | Прибор | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Ручной | Моторный-220 | - | | |
| | Независимый расцепитель | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | ~220 | - | | |
| | Порог срабатывания тепловой защиты | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | (0,4-10)kh | - | | |
| | Порог срабатывания эл-магнитной защиты | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1kh | - | | |
| Дополн. контакт | Аппарат к ЩСН | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | 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-P4GB-DW-4, ТР-3, А14012 | - | | |
| Дополнит. оборудов. | Контактор | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| | ТТ для нейтрали | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Присоедине- ние | Тип КЛ/шины | | | | | | | | | | | | | | | | | | | АПВШвн2(А)-1S | - | | |
| | Сечение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 4х95 | - | | |
| | сверху/снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | снизу | - | | |
| Дозвучивающий резистор для трансформатора тока | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 3RDT-SA-YBA-Y | | |
| Разетка и цепи ~220В для резервного питания счетчика | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Да | | |
| Испытательный блок для счетчика | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Да | | |

Примечания:

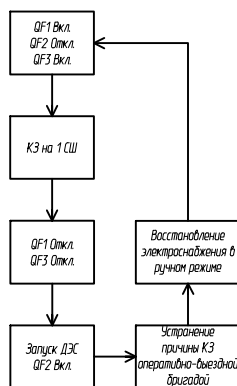
1. Счетчик эл.энергии на вводе устанавливаются на фасаде РУСН-0,4 кВ.
2. Шкаф РУСН-0,4 кВ входит в комплект поставки модуля управления ВЭС.
3. 20F шкафа РУСН-0,4 кВ нормально включен.
4. Отключающая способность автоматических выключателей при КЗ, не менее 6 кА.
5. Чертеж не является основанием для нарезки 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.

| | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-----------|--------|---|----------|--|--|--|-------------------|------|--------|
| | | | | | | Приложение А | | | | | |
| | | | | | | ООО "Четырнадцатый 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 | 10 | 11 |
| Нач. отд. | | Вершинин | |  | 19.02.21 | | | | | | |
| ГИП | | Бондарчук | |  | 19.02.21 | | | | | | |
| Н. контр. | | Пирогова | |  | 19.02.21 | Опросный лист РУСН-0,4кВ (окончание) | | | ООО "ЕРСМ Сибдир" | | |
| Утв. | | | | | | | | | | | |

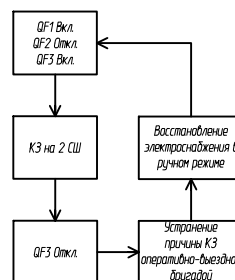
Структурная схема алгоритма работы блока управления АВР
(* - все уставки АВР будут заданы в РД)



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 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Взам. инв. № | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Подпись и дата | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Инв. № подл. | Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | | | | |
| | Разраб. | | Егоров | | <i>[Signature]</i> | 19.02.21 | | | | |
| | Проверил | | Вершинин | | <i>[Signature]</i> | 19.02.21 | | | | |
| | Нач. отд. | | Вершинин | | <i>[Signature]</i> | 19.02.21 | | | | |
| | ГИП | | Бондарчук | | <i>[Signature]</i> | 19.02.21 | | | | |
| | Н. контр. | | Пирогова | | <i>[Signature]</i> | 19.02.21 | | | | |
| | Утв. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | Приложение А | | | |
| | | | | | | | ООО "Четырнадцать Ветропарк ФРВ" | | | |
| | | | | | | | "Гражданская ВЭС. Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | | |
| | | | | | | | Стадия | Лист | Листов | |
| | | | | | | | П | 11 | 11 | |
| | | | | | | | Алгоритм работы АВР РУ-0,4кВ | | | |
| | | | | | | | ООО "ЕРСМ Сибдир" | | | |

Опросный лист на сухой трансформатор тсл 100/35/0,4; УЗ; D/УН-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/УН-11 |
| 7 | Вид системы охлаждения | - | Воздушная, естественная |
| 8 | Материал обмоток | - | Алюминий |
| 9 | Климатическое исполнение и категория размещения | - | УЗ |
| 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 (Рк.з.) | 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 "Четырнадцать Ветропарк ФРВ" | | | | | | |
| | | Подпись и дата | | | | | | "Гражданская ВЭС. Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | | | | | |
| | | | Изм. | Кол. уч. | Лист | № док. | Подпись | Дата | Стадия | Лист | Листов | | |
| Инв. № подл. | Разраб. | | Егоров | | | 19.02.21 | Ветропарковая электрическая станция, внутриплощадочные автомобильные дороги". Этап 2. "Гражданская ВЭС": Модуль управления ВЭС (МУ ВЭС). | Р | | 1 | | | |
| | Проверил | | Вершинин | | | 19.02.21 | | | | | | | |
| | Нач. отд. | | Вершинин | | | 19.02.21 | | | | | | | |
| | ГИП | | Бондарчук | | | 19.02.21 | Опросный лист на сухой трансформатор Тсл 100/35/0,4; УЗ; D/УН-11 | | | | | | |
| | Н. контр. | | Пирогова | | | 19.02.21 | | | | | | | |
| | Утв. | | | | | | | | | | | | |