

Задание на модернизацию оборудования
турбогенератора парового, здание Котельная №2 ТЭС 4РУ УЭ
ОАО «Беларуськалий» (инв. 146206, зав. №5537)

2025г.

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Общие положения

Настоящее Задание (ТЗ) распространяется на изготовление следующих изделий 100% заводской готовности в рамках модернизации турбогенератора парового, здание Котельная №2 ТЭС 4РУ УЭ ОАО «Беларуськалий» (инв. 146206, зав. №5537), далее «Изделия»:

- шкаф эл. защит и измерения генератора;
- шкаф возбуждения и синхронизации;
- шкаф с аккумуляторными батареями;
- шкаф распределительный с выпрямителем;
- шкаф источника бесперебойного питания;

Готовые Изделия должны как минимум соответствовать требованиям настоящего ТЗ.

Технические решения, принятые при изготовлении Изделия, должны соответствовать требованиям норм и правил, действующих на территории Республики Беларусь.

Все технические решения, в части технологий, используемых материалов, оборудования и его размещения, должны быть основаны на новациях, уточняются и согласовываются с Заказчиком.

Кроме прочего, Подрядчик обязан до начала изготовления Изделия:

- согласовать все схемные и компоновочные технические решения, а также состав систем и комплектацию оборудования, применяемого в Изделии, включая марки и типы используемых комплектующих.
- выполнить расчет тепловыделения с обоснованием необходимости применения принудительной вентиляции внутреннего пространства шкафов Изделий.
- выдать Заказчику техническую документацию в объеме достаточном, но не ограничиваясь, для посадки Изделия на площадке эксплуатации и привязки к внешним инженерным сетям и системам.
- устранить замечания, выявленные Заказчиком при согласовании технической документации и внести соответствующие замечания в компоновку, комплектацию и конструкцию Изделия.

Все инженерные системы Изделия должны быть работоспособными и не требовать доработок при эксплуатации. Подрядчик не имеет права вносить изменения в логику работы, состав оборудования и конфигурацию инженерных систем Изделия без согласования с инженерной службой Заказчика.

Изделие и его комплектующие должны быть новыми и ранее не используемыми; представлять собой серийные модели, отражающие все современные тенденции в дизайне и выборе материалов от ведущих мировых производителей; с максимальным межремонтным сроком. Типы и классы оборудования должны соответствовать требованиям белорусских и международных стандартов.

Режимы работы Изделия – круглосуточно.

График работы - круглосуточно и круглогодично.

Основное оборудование для комплектации Изделия должно быть произведено не ранее 2024 года.

Назначенный полный ресурс Изделия не менее 15 лет.

Изделие должно быть предназначено для транспортировки автомобильным транспортом.

Маркировка, консервация, упаковка, транспортирование и хранение должны соответствовать стандартам Республики Беларусь.

1.2 Требования к модернизации

Поставляемое оборудование должно соответствовать в первую очередь ГОСТ 21558-2018 «Системы возбуждения турбогенераторов, гидрогенераторов и синхронных компенсаторов. Общие технические условия», «Правила устройств электроустановок», СТП 33240.20.501-18 «Правилам технической эксплуатации электрических станций и сетей», ТКП 181-2023 (33240) «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», ТКП 339-2022 «Электроустановки на напряжение до 750 кВ. Линии электропередачи воздушные и токопроводы, устройства распределительные и трансформаторные подстанции, установки электросиловые и аккумуляторные, электроустановки жилых и общественных зданий. Правила устройства и защитные меры электробезопасности. Учет электроэнергии. Нормы приемосдаточных испытаний». Изделия должны соответствовать требованиям по электромагнитной совместимости и устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах» - ГОСТ 30804.6.4-2013 "Совместимость технических средств электромагнитная. Электромагнитные помехи от технических средств, применяемых в промышленных зонах. Нормы и методы испытаний" и СТБ ИЕС 61000-6-4 «Электромагнитная совместимость. Часть 4-2. Методы испытаний и измерений. Испытания на устойчивость к электростатическим разрядам». Оборудование системы возбуждения должно отвечать требованиям безопасности, изложенным в ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ ИЕС 61439-1-2013 и ГОСТ 12.2.007.11-75. Источники бесперебойного энергоснабжения должны соответствовать требованиям ГОСТ ИЕС 62040-1-2018.

Климатическое исполнение Изделия - УХЛ, и должно обеспечивать эксплуатацию Изделий при параметрах окружающей среды согласно таблице 1:

Таблица 1

Атмосферное давление	100 кПа (750 мм. рт. ст.)
Температура окружающего воздуха	от -30 до +45 °С
Относительная влажность воздуха	до 65 % при 25 °С
Запыленность воздуха	до 0,5 г/м ³

В объем модернизации оборудования должны входить:

- разработка технической документации (схем, чертежей) привязки существующего оборудования и заменяемого;
- разработка кабельного журнала (определение необходимости замены

- кабельных связей);
- разработка технического задания заводу на изготовление Изделий для модернизации оборудования турбогенератора парового;
- расчёт и выбор коммутационной аппаратуры Изделий;
- разработка конструкторских чертежей на Изделия и необходимые для монтажа металлоконструкции;
- разработка плана размещения Изделий на объекте с учетом места установки заменяемого оборудования. Размещение оборудования для модернизации на площадке эксплуатации и подключение его к внешним сетям должно производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации Изделий и по технической документации;
- составление спецификации (номенклатуры) оборудования и материалов с указанием технических характеристик и производителей;
- выбор, поставку, демонтаж и монтаж оборудования:
 - шкаф эл. защит и измерения генератора;
 - шкаф возбуждения и синхронизации;
 - шкаф с аккумуляторными батареями;
 - шкаф распределительный с выпрямителем;
 - шкаф источника бесперебойного питания;
- жизнеобеспечение комплектующего оборудования в соответствии с назначением Изделий:
 - 1) система освещения;
 - 2) система вентиляции;
 - 3) система отопления;
 - 4) устройство ввода и вывода силовых и контрольных кабелей, и т.п.
- доставка Изделий с завода-изготовителя на площадку эксплуатации – в зоне ответственности Подрядчика;
- монтажные работы (ЭМР) на объекте эксплуатации по подключению к Изделиям всех внешних коммуникаций;
- испытательные и пуско-наладочные работы Изделия в объеме поставки Подрядчика;
- тестирование Изделий под нагрузкой в безаварийной эксплуатации 72 часа;
- запасные части и принадлежности (ЗИП);
- быстроизнашивающиеся части и инструмент для пуско-наладочных работ на объекте эксплуатации (ПНР);
- комплектация Изделий документацией в соответствии с требованиями раздела 8 настоящего ТЗ;
- инструктаж обслуживающего персонала по соблюдению норм безопасности и правил эксплуатации Изделий на объекте по завершению модернизации.

Все указанные в настоящем ТЗ инженерные системы, их комплектующие, работы и документация входят в границы поставки Подрядчика и должны

входить в состав готовых Изделий.

Технические решения и применяемое оборудование Изделий, должны быть согласованы Заказчиком до размещения заказа на такое оборудование и начала производства Изделий.

1.3 Характеристика существующего оборудования:

Тип генератора -	1FJ4 803-4 LO20
Номинальная мощность -	3,3 МВт
Полная мощность -	4,125 МВА
Номинальная частота вращения -	1500 об/мин
Номинальный коэффициент мощности -	0.8
Номинальное напряжение -	10,5 кВ
Номинальный ток статора -	227А
Частота тока -	50 Гц
Число фаз обмотки статора -	3
Соединение фаз -	звезда

Измерительные цепи:

- номинальное напряжение цепей измерения напряжения – 100 В
- трансформаторы напряжения АВВ ТJP 10.5/ $\sqrt{3}$ //0,1/ $\sqrt{3}$ kV
- номинальный ток по цепям измерения тока статора – 5 А
- трансформаторы тока АВВ ТPU 250/5

Тип возбуждения: SEM Drasov N4-720L12

номинальная мощность,	12 кВА
номинальное напряжение,	72,8 В
номинальное напряжение возбуждения,	40,2 В
номинальный ток ,	96,7 А
номинальный ток возбуждения,	3,4 А

Техническая спецификация на генератор и схемы измерительных цепей генератора приведены в Приложении 1.

2.ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ И КОМПЛЕКТАЦИИ

Каркас Изделий должен состоять из стальных оцинкованных профилей толщиной не менее 2 мм, окрашенных порошковым методом, цвет RAL 7035. Каркас должен быть установлен на цоколь высотой 100 мм. Поверхность цоколя окрашена порошковым методом.

Оболочка Изделий должна представлять собой антикоррозионную закрытую жесткую конструкцию из оцинкованной стали. Для исключения повреждения слоя цинка конструкция должна быть изготовлена без применения сварных соединений, а также защита поверхности шкафа должна быть выполнена с тройной обработкой — фосфатирование, электрофорезная грунтовка, текстурная окраска напылением. Степень защиты шкафов не ниже IP55.

Шкафы Изделий должны быть оборудованы воздухозаборными решётками с противопыльными фильтрами (предусмотреть возможность замены фильтра), при необходимости установить принудительную вентиляцию.

Поверхность шкафов Изделий должна быть устойчива к маслам, смазкам, машинным эмульсиям, слабым кислотным и щелочным растворам, солнечному воздействию.

Шкафы Изделий и размещенное в них электрооборудование должно соответствовать требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.007.0. Дверцы шкафа должны иметь запорные устройства под ключ.

Вывод отходящих линий Изделий осуществить вниз в кабельный этаж через кабельный ввод с сальниковой доской. Кабельные вводы должны обеспечить: надежное крепление кабелей, эффективную защиту от проникновения влаги и пыли, уплотнение кабелей.

Предусмотреть в достаточном количестве отверстия и технологические проемы с сальниковыми досками (размер определить по конструкторской документации) для ввода/вывода силовых и контрольных кабелей. Кабельные вводы должны быть защищены от проникновения атмосферных осадков. В транспортном положении проемы должны закрываться.

Предусмотреть сальниковые вводы в достаточном количестве для подключения напряжения собственных нужд и сигнальных кабелей Изделий.

Силовые клеммы должны быть снабжены съемными защитными изолирующими накладками, препятствующими прикосновению к токоведущим частям.

Клеммы должны иметь возможность подключения контрольных кабелей сечением проводов не менее 2,5 мм². Предусмотреть 10% резерв клемм.

Подключение питающих и отходящих к присоединениям кабелей должны быть выполнены через клеммные колодки в нижней части шкафа, разделенные для питающих и отходящих кабельных линий, а также опер.тока и цепей сигнализации.

Структура и сечение присоединения выбирается с учетом рекомендаций по установке завода изготовителя аппаратов.

Пластмассовые части должны быть трудновоспламеняемые.

Монтаж аппаратов должен быть выполнен способом, позволяющим производить их ремонт и замену простым слесарным инструментом. Если необходимо использование специального инструмента, то он должен входить в комплект поставки оборудования.

Провода и контрольные кабели должны быть уложены в перфорированные кабельные каналы.

Аппараты должны быть установлены таким образом, чтобы они были доступны для осмотра и замены, а также по возможности для ремонта по месту установки.

Применяемые коммутационные аппараты и управляющая аппаратура должны быть одного из ведущих мировых производителей (ABB, Siemens, Schneider Electric, Systeme Electric, Eaton, Finder, SCHRACK TECHNIK, OEZ).

Наименования (обозначения) на шкафах и панелях, органах индикации и управления, коммутационных аппаратах, клеммниках и т.д. должны быть выполнены гравировкой на двухслойном пластике или металлической основе на русском языке. Таблички к шкафу должны крепиться универсальным клеем для индустриального применения.

Компоновка электрооборудования в шкафу должна быть письменно согласована с Заказчиком.

Приборы измерения в Изделиях должны быть сертифицированы и внесены в Государственный реестр средств измерения Республики Беларусь. На каждое средство измерения необходимо представить свидетельство о поверке, действующее на территории Республики Беларусь.

Все измерительные приборы должны иметь на момент отгрузки Изделия не более $\frac{1}{4}$ от срока действующей поверки. В случае превышения срока Продавец обязан заменить измерительные приборы, либо провести поверку в аккредитованной организации при проведении пуско-наладочных работ.

Клеммы для присоединения токовых цепей должны иметь штатные закоротки, позволяющие безопасно, без отключения первичного оборудования попарно замыкать накоротко выводы ТТ. Все неподключенные к измерительным цепям выводы трансформаторов тока должны быть закорочены.

В каждом Изделии предусмотреть две сервисные розетки (~220 В) для подключения переносного освещения и ремонтного оборудования.

На лицевой двери шкафа возбуждения и синхронизации должна быть установлена цветная сенсорная панель размерами не менее 10 дюймов полностью русифицированная. В панели должно быть установлено необходимое для работы программное обеспечение. Должна быть возможность отображения всей доступной информации по Изделиям, редактирования всех параметров, просмотра графиков в реальном времени, истории событий, истории аварий, и т.д.

2.1 Шкаф эл. защит и измерения генератора.

В шкафу установлены 2 комплекта микропроцессорных терминала защит. Защитные функции распределены в этих терминалах. Кроме терминалов в шкафу находятся автоматические выключатели, клеммники, вспомогательные и др. вспомогательные цепи.

Назначение:

- защитные функции самого генератора;
- защита при отказе выключателя сети 10 кВ.

2.1.1 Общие технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА генераторов.

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
1. Цепи переменного тока терминалов:	
1.1. Номинальный ток, А	$I_H = 5$

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
1.2. Ток термической стойкости (длительно), А	25
1.3. Ток односекундной стойкости, А	500
1.4. Рабочий диапазон измерения фазных токов, А	0,25 – 500
1.5 Рабочий диапазон измерения тока нулевой последовательности, А	0,004 – 5,000
1.5. Потребление на фазу при I_n , ВА	$\leq 0,2$
2. Цепи переменного напряжения терминалов:	
2.1. Номинальное напряжение, В	$U_n = 100$
2.2. Напряжение термической стойкости (длительно)	$3 \times U_n$
2.3 Рабочий диапазон напряжений	$(0,01 - 2,64) \times U_n$
2.4 Потребление входа напряжения при U_n , ВА	$\leq 0,25$
3. Рабочая частота терминалов:	
3.1 Номинальная частота, Гц	$f_n = 50$
3.2 Работа в расширенном диапазоне частот	Да, от 3 до 95 Гц
4. Напряжение оперативного постоянного тока терминалов:	
4.1 Номинальное напряжение, В	$U_n = 110$
4.2 Диапазон напряжения питания, В	60-264
4.3 Нормальное функционирование терминалов не должно нарушаться при исчезновении или снижении напряжения ниже установленного предела при соответствующей организации системы постоянного оперативного тока на время, с	0,5
4.4 Подача напряжения обратной полярности не должна вызывать повреждения терминала	Да
5. Бинарные входы терминалов:	
5.1 Количество	32
5.2 Входы не должны иметь гальванической связи с элементами, расположенными внутри терминала	Да
5.3 Дискретные входы должны обеспечивать:	
- несрабатывание при появлении замыкания на землю на любом полюсе;	Да
- несрабатывание при работе устройств выявления замыкания на землю на любом полюсе оперативного тока, автоматического и автоматизированного поиска «земли»;	Да
- работу устройств выявления замыкания на землю на любом из полюсов оперативного тока, автоматического и автоматизированного поиска «земли»	Да
6. Контактные выходы терминалов:	
6.1 Количество	32

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
6.2 Исключают гальваническую связь с элементами, расположенными внутри терминала	Да
6.3 Коммутируют напряжение постоянного тока, В	5 - 264
6.4 Коммутируемый переменный ток при замыкании и размыкании цепи, А, не более	8
6.5 Коммутируемый ток цепи постоянного тока при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R не более 50 мс, А, не более: на замыкание длительностью не более 30 мс на замыкание длительностью не более 300 мс на замыкание длительно на размыкание	40 15 8 0,25
6.6 Коммутационная способность в цепях постоянного тока при активно-индуктивной нагрузке с постоянной времени L/R не более 20 мс при токе, не превышающем 1,3 А, Вт, не менее	30
6.7 Степень защиты - лицевой панели - по колодкам соединительным - остальное	IP54 IP20 IP31
7. Терминалы должны:	
7.1 Иметь исполнение, исключающее необходимость применения принудительной вентиляции	Да
7.2 Иметь дополнительную свободно - программируемую логику позволяющие выполнять логические схемы, для адаптации терминалов к особенностям местных условий	Да
7.3 Технические средства должны удовлетворять требованиям следующих нормативных документов:	
7.3.1 В части уровня изоляции – ГОСТ ИЕС 60255-5-2014;	Да
7.3.2 В части помехоустойчивости - требованиям РД 34.35.310-97, ГОСТ 51317.6.5-2006 (МЭК 61000-6-5:2001) и ГОСТ 32137-2013	Да
7.3.3 ГОСТам на электрическую аппаратуру напряжением до 1000 В	Да
7.3.4 Испытаниям в соответствии с ГОСТ 51317.4.1-2000 (МЭК 61000-4-1-2000)	Да
7.4 Предусматривать синхронизацию от внешнего источника точного времени через отдельный вход (PPS)	Да
7.5 Иметь аппаратно - программный контроль и непрерывную диагностику	Да

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
7.6 Иметь возможность установки любой группы уставок по дискретным входным сигналам и по интерфейсам связи	Да
7.7 Иметь возможность установки всех регулируемых параметров, с помощью персонального компьютера (ПК), подключаемого к специальному входу (USB) терминала, и с верхнего уровня управления	Да
7.8 Иметь возможность параметрирования, просмотра журналов сообщений, аварий и осциллограмм без подачи оперативного тока	Да
7.9 Иметь порты связи, обеспечивающие дистанционное управление и обмен информацией при их интеграции в систему АСУ ТП и возможностью организации взаимодействия между терминалами РЗА.	Да
7.10 Иметь местную светодиодную сигнализацию и контактную сигнализацию	Да
7.11 Иметь сигнализацию неисправности терминала	Да
7.12 Осуществлять регистрацию аварийных событий с возможностью отображения информации на русском языке	Да
7.13 Осуществлять цифровое осциллографирование аналоговых и дискретных сигналов с сохранением осциллограмм в энергонезависимой памяти длительностью записи не менее 3600 с	Да
7.14 Количество записей в журнале сообщений, не менее	16000
7.15 Хранение записей в журнале сообщений при отсутствии питания терминала	Да
7.16 При анализе, обработке и расшифровке регистрационной записи обеспечивать дату и время регистрации (астрономическое время или время по отношению к началу регистрации) с точностью не более, мс	1,0
7.17 Обеспечивать функционирование устройства РЗА при выполнении работы регистратора и операций с выводом и перезаписыванием информации	Да
7.18 Иметь стандартные международные протоколы обмена данными с безусловной интеграцией системы РЗА в АСУТП	Да

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
7.19 Иметь возможность интеграции в АСУТП подстанции в соответствии со стандартами Modbus-RTU, МЭК-60870-101, МЭК-60870-103, Modbus-TCP, МЭК-60870-104	Да
7.20 Иметь возможность создания канала передачи данных в АРМ РЗА по интерфейсу RS-485	Да
7.21 Иметь русифицированный интерфейс	Да
7.22 Габаритные размеры ШхВхГ, мм не более	195x300x327
7.23 Масса, кг не более	11
7.24 Диапазон рабочих температур t ⁰ С	от – 40 до +55
7.25 Допустимая влажность, %	98
7.26 Органы управления выключателем на лицевой панели	Да
7.27 Количество свободно назначаемых светодиодов, не менее	18
<p>8. В комплекте с терминалами каждого типа должны поставляться:</p> <p>8.1 Программное обеспечение для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - настройки параметров и конфигурации; - считывания и просмотра журналов событий и осциллограмм (в том числе с удаленного АРМ). <p>8.2 Документация на русском языке, содержащая:</p> <ul style="list-style-type: none"> - описание принципов работы, - технические характеристики, - алгоритмы встроенных функций и функциональные схемы, - описание их функционирования и взаимодействия внутри терминала, - рекомендации по выбору параметров настройки терминала, - инструкции по наладке и эксплуатации 	<p>Да</p> <p>Да</p>
9. Срок службы терминала РЗА (при условии проведения требуемых технических мероприятий по обслуживанию) должен быть не менее, лет.	25
10. Терминал должен иметь среднюю наработку на отказ сменного элемента не менее, тыс.ч.	125

Функции, их характеристика	Требуемое значение параметра
11. Гарантийный срок эксплуатации терминала со дня ввода в эксплуатацию, не менее, лет/со дня отгрузки, не менее, лет	5/5,5

Таблица 2 - Основные функции терминала защит и автоматики

Описание функции	Описание функции ANSI /IEEE C37.2
Дифференциальная токовая защита (продольная)	87G
Поперечная дифференциальная защита	50W
Логическая защита шин	68
Защита от симметричных перегрузок	51
Тепловая модель генератора	49RMS
Защита от несимметричных перегрузок	46
Защита от повышения напряжения	59
Защита от перевозбуждения трансформатора	24
Защита от потери возбуждения	40
Защита от асинхронного хода	78
Защита от однофазных замыканий на землю в статоре	51N/67N
Токовая защита по высшим гармоникам тока нулевой последовательности	51
100% защита по первой и третьей гармоникам напряжения 3U ₀	59THD
Защита от повышения/понижения частоты	81
Защита от реверса активной мощности	32P
Защита ротора от перегрузки	49R
Токовая отсечка	50
Максимальная токовая защита с пуском по напряжению	51/27
Резервная дистанционная защита от междуфазных коротких замыканий	21
УРОВ	50BF
Контроль исправности цепей тока и напряжения	да
Контроль синхронизма	25
Набор пусковых органов	50, 46, 50N, 59, 59N, 37, 59SND

2.1.2. Измерительная часть шкафа разделена на три секции:

- измерительные преобразователи электрических величин с измерительными выводами 4-20 мА, предназначенными для системы управления;
- локальное измерение – аналоговые измерительные приборы на передней панели шкафа.

2.1.3. Требования к оперативному току.

Для оперативных цепей шкафа предусмотреть напряжение питания 110 В DC.

Интерфейс цифровых сигналов:

- сигналы от выключателя генератора: состояние включено-выключено выключателя (напряжение 110В DC);
- сигналы от системы управления: позволение защиты обратной мощности, опасная температура генератора (напряжение 24В DC);
- сигналы от шкафа возбуждения: сбой возбуждения (напряжение 110В DC);
- сигналы от шкафа вывода генератора: сработка автоматов FA4, FA5 (напряжение 110В DC).

Внутренние сигналы:

- кнопка «Аварийное отключение» - выключает генератор в опасных состояниях;
- кнопка «Возврат (Reset)» - сбрасывает все индикаторы на торцевых панелях защит.

2.1.4. Характеристики цепей сигнализации и управления.

Оборудование шкафа должно обеспечивать обмен с АСУ ТП в объеме и в соответствии с требованиями, приведенными в Приложении 2 к настоящему ТЗ.

2.1.5. Требования к приборам учета и средствам измерения

Метрологическое обеспечение системы должно удовлетворять требованиям стандартов Республики Беларусь.

Средства измерения (СИ) должны иметь разрешение на применение конкретных видов (типов) технических устройств на опасных производственных объектах. Места и способы установки должны соответствовать правилам безопасности, и др. нормативным документам.

На территории РБ должен быть сервисный центр по ремонту и обслуживанию СИ, а так же поверочная лаборатория.

Все применяемые средства измерений должны иметь Свидетельство об утверждении типа средств измерений, внесены в Реестр СИ РБ и иметь действующие свидетельства о поверки со сроком действия не менее 12 мес.

2.2 Шкаф возбуждения и синхронизации.

Шкаф управления возбуждением должен обеспечивать параметры, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 - Основные параметры

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Номинальное входное напряжение пер. тока	0-250 В
2	Частота	25-600 Гц
3	Номинальное входное напряжение пост. тока	0-300 В
4	Вспомогательный источник питания	16-250 В пер. ток 18-300 В пост. ток
5	Выход возбуждения	От 10 А пост. тока
6	Ток перегрузки в течении 10 сек.	Не менее 18 А пост. тока
7	Измерение тока возбуждения	0-38 А
8	Точность измерения	<1%
9	Измерение напряжения машины	До 500 В пер. тока
10	Ток машины	1-5 А
11	Сетевое напряжение	До 500 В пер. тока
12	Диапазон частоты	10-150 Гц
13	Время отклика ARV (измерение: 3 фазы/ 1 фаза)	<20 мс/<50 мс
14	Количество цифровых входов/выходов (входы / вх. или вых. / выходы)	4 / 8 / 0
15	Диапазон аналогового входа/выхода	± 10 В
15	Количество каналов регулирования и защит	2

2.2.1. Функции шкафа управления возбуждением

Функции:

- начальное возбуждение генератора до заданной уставки;
- холостой ход генератора;
- безударный переход на резервный канал регулирования с источником питания возбуждения и обратно;

- автоматическую подгонку напряжения генератора к напряжению сети с точностью $\pm 0,5\%$ для обеспечения включения в сеть методом точной синхронизации;
- включение генератора в сеть методом автоматической и ручной точной синхронизацией;
- автономную работу и параллельную работу с энергосистемой с нагрузками и перегрузками, допустимыми для генератора;
- отклонения напряжения статора и частоты от номинальных значений при автономной работе и параллельно энергосистеме с нагрузками от холостого хода до номинальной, а также с перегрузками, соответствующими ГОСТ Р 52776-2007 и ГОСТ 533-2000;
- разгрузку генератора по реактивной мощности до величины близкой к нулю при нормальном останове агрегата;
- форсировку возбуждения с заданной кратностью по напряжению и току при нарушениях в энергосистеме, вызывающих снижение напряжения на шинах станции;
- релейную форсировку возбуждения, обеспечивающую увеличение напряжения и тока возбуждения электрической машины в соответствии с ГОСТ 21558-2018;
- контроль сопротивления изоляции роторных цепей относительно земли;
- демпфирование колебаний ротора синхронного генератора в нормальных, ремонтных и послеаварийных режимах энергосистемы, исключающее самораскачивание или возникновение незатухающих колебаний в энергосистеме;
- регулирование скорости нарастания возбуждения при пуске;
- отключение возбуждения автоматически при отключении выключателя генератора под действием защит возбуждения или генератора;
- автоматический и ручной режимы регулирования;
- ограничение минимального возбуждения;
- ограничение форсированного значения тока возбуждения возбудителя на заданном уровне и по длительности;
- ограничение перегрузки по току возбуждения возбудителя;
- выдачу оперативной и аварийной сигнализации;
- самодиагностика узлов системы возбуждения;
- функции внутреннего и внешнего автослежения;
- режимы регулирования: тока возбуждения, напряжения возбуждения, реактивной мощности, напряжения генератора, коэффициента мощности;
- сохранять работоспособность при кратковременном асинхронном режиме и последующем отключении генератора;
- связь с АСУ блока по согласованному интерфейсу.

2.2.2. Требования к преобразовательно-регулирующим каналам

Шкаф возбуждения и синхронизации должен иметь два независимых преобразовательно - регулируемых канала, каждый из которых имеет свой управляемый выпрямитель и автоматический регулятор возбуждения в едином компактном корпусе (блоке). Питание выпрямителей первого и второго каналов должно осуществляться как от источника собственных нужд и/или самовозбуждения, так и от источника постоянного тока 110 В с бескоммутационным переходом между источниками. Питание системы управления каждого канала должно осуществляться от двух независимых источников переменного и постоянного тока. Управление током возбуждения возбуждителя осуществляют два независимых регулятора возбуждения АРВ1 и АРВ2. АРВ должны осуществлять регулирование по ПИД закону. Каждый канал подключен к измерительным трансформаторам напряжения и тока генератора, имеет в составе цифровой автоматический регулятор возбуждения с системой управления. Один из каналов (любой) должен находиться в действии (активный), другой - в состоянии готовности (резервный). В резервном канале импульсы управления должны быть сняты.

Основным режимом работы системы возбуждения должно являться поддержание заданного уровня напряжения генератора автоматическим регулятором возбуждения. Переключение с активного автоматического регулятора возбуждения на резервный должно выполняться автоматически при неисправности активного регулятора, отключении автоматического выключателя цепей измерения напряжения генератора, либо вручную оператором.

В шкафу должно быть предусмотрено ручное регулирование в каждом канале. Ручной режим регулирования используется только для испытаний. При потере цепей измерений должно происходить гашение поля генератора, отключение генераторного выключателя без останова турбины. Переход на ручное регулирование может осуществляться также по команде оператора.

Напряжение с любого выпрямителя должно сниматься при помощи автоматических выключателей со стороны переменного тока.

Гашение поля генератора в нормальных режимах должно выполняться снятием сигнала управления с драйвера силовой части регулятора и подключения к обмотке возбуждения резистора гашения. В аварийных режимах, кроме снятия сигналов управления, автоматы питания силовых мостов возбуждения должны отключать питание обоих каналов, а также автомат защиты цепей возбуждения должен отключать обмотку возбуждения.

Воздействие на отключение автоматов в цепи силового питания должно производиться при действии защит генератора и отказе обоих каналов.

При нормальной работе питание аппаратуры регулирования возбуждения должно осуществляться от вторичной обмотки трансформатора самовозбуждения.

Аппаратура регулирования должна иметь резервное питание от шин переменного или постоянного тока 110В.

Контроль изоляции цепей возбуждения генератора должен обеспечиваться устройством защиты обмотки ротора от замыкания на землю в одной точке.

В шкафу должен быть предусмотрен режим ручного регулирования тока возбуждения возбудителя для проведения испытаний. При отказе автоматического регулятора основного канала и готовности автоматического регулятора резервного канала должен происходить переход на последний, который становится активным. При переходе на ручное регулирование сигнал регулятора тока замещает сигнал автоматического регулятора напряжения генератора. При ручном регулировании должно обеспечиваться:

- начальное возбуждение до заданной уставки;
- поддержание тока возбуждения возбудителя на заданном уровне с абсолютной погрешностью не превышающей $\pm 1\%$ от установленного значения;
- гашение поля при нормальном останове и при действии защит.

2.2.3. Требования к автоматическим регуляторам возбуждения

Напряжение дискретных входов - 24В

Количество входных и выходных дискретных и аналоговых входов и выходов должно обеспечить интеграцию в существующую схему управления, защит и сигнализации с учетом 10% резерва.

Время реакции на возмущение - не менее 20мс.

Запаздывание при форсировке – не менее 40мс; запаздывание при расфорсировке – не менее 40мс.

Точность поддержания напряжения на шинах генератора в диапазоне номинальных нагрузок относительно заданной статической характеристики – не менее 0,2%.

Диапазон изменения уставки напряжения регулятора – в диапазоне от 70 до 110% с шагом 0,1%.

Диапазон изменения уставки ручного регулятора – в диапазоне от 0 до 120% с шагом 0,1%.

Диапазон изменения статизма по реактивному току – в диапазоне от -30 до +30 с дискретностью 0,1%.

Способ аппроксимации характеристики ограничения минимального возбуждения в координатах P-Q – кусочно-линейный.

Статизм характеристики ограничения минимального возбуждения – астатическая характеристика.

Наличие осциллографа.

Автоматический регулятор напряжения генератора должен выполнять следующие функции:

- ограничение тока ротора при форсировках на уровне не более 2-х кратного;

- ограничение перегрузки генератора по току ротора с выдержкой времени, обратно пропорциональной кратности перегрузки в пределах, заданных технической спецификацией на генератор;
- ограничитель тока статора (SCL) определяет уровень силы тока статора и ограничивает его, предотвращая перегрев статора. SCL работает во всех режимах, за исключением ручного режима. При работе в ручном режиме регулятор обеспечивает сигнализацию того, что наступило превышение тока статора, однако действие ограничителя не блокируется;
- ограничение потребляемого генератором реактивного тока в зависимости от активного тока (ограничение минимального возбуждения) без выдержки времени в пределах, заданных технической спецификацией на генератор;
- ограничение напряжения генератора при снижении частоты;
- форсировку при снижении напряжения генератора более чем на 5 % от уставки с возможностью регулировки от 5 до 30 % с дискретностью 1 %;
- поддержание действующего значения напряжения на выводах статора генератора в соответствии с заданной уставкой с точностью $\pm 0,25\%$ относительно заданной статической характеристики, при этом величина статизма регулирования может устанавливаться в диапазоне от +30% до -30%;
- программное начальное возбуждение до номинального напряжения генератора;
- изменение уставки напряжения статора генератора в диапазоне от 80% до 110% номинального значения со скоростью от 0,2% до 4% в секунду;
- неизменность напряжения на выводах статора генератора в режиме холостого хода при изменении частоты от 47 Гц до 52 Гц;
- устойчивое регулирование тока возбуждения генератора при резкопеременных нагрузках вплоть до отдельных набросов нагрузки, вызванных одновременным прямым пуском асинхронных двигателей с общей мощностью до 30% номинальной мощности генератора;
- автоматическое непрерывное слежение регулятора резервного канала за уставкой регулятора, находящегося в работе, обеспечивающее при переходе с рабочего на резервный канал отклонение напряжения статора генератора на величину не более $\pm 0,25\%$ в режиме холостого хода или разницу величин тока возбуждения резервного и работающего каналов регулирования не хуже 1 % в режиме работы генератора в сети;
- регулятор напряжения должен быть оснащен коммуникационными портами в количестве не менее (для связи с ЧМИ): 1 x RS-485, 1 x Ethernet. Регулятор должен поддерживать протоколы связи ModBus RTU, ModBus TCP;

Автоматический регулятор должен иметь следующие регуляторы:

- автоматический регулятор напряжения турбогенератора;
- регулятор Q реактивной мощности турбогенератора;
- регулятор $\cos \varphi$ коэффициента мощности турбогенератора;
- регулятор тока возбуждения.

2.2.4. Требования к системе контроля и диагностики шкафа возбуждения и синхронизации

В шкафу должны выполняться следующие функции контроля и диагностики:

- контроль исправности каналов регулирования;
- автоматическое переключение на резервный канал при неисправности находящегося в работе канала;
- хранение истории событий в АРВ с отметкой даты и времени. (не менее 1000 событий);
- хранение истории аварийных событий в дневнике событий АРВ с отметкой даты и времени (не менее 125 событий с интервалом 4 мс между записями);
- запись осциллограмм аварийных событий в АРВ с промежутком времени до 60с до аварийного события и 60с после. (запись производится в энергонезависимую память дискретностью от 4 мс);
- запись трендов по 6 каналам в течение длительного времени (от 1 до 720 часов);
- наличие режима осциллографирования данных. Каждая запись должна состоять из нескольких (до четырех штук) выбираемых пользователем параметров, для каждого из которых записываются до 600 точек данных. Настройка точек предварительной записи позволяет включать в журнал данных определенное пользователем число точек данных, которые записаны до триггера события. Интервал выборки с шагом 5 мс. Хранение осциллограмм в энергонезависимой памяти;
- возможность корректировки параметров регулирования с панели оператора и программного обеспечения.

2.2.5. Требования к входным/выходным сигналам шкафа возбуждения и синхронизации

В шкафу должен быть обеспечен прием из схемы управления турбоагрегатом следующих основных релейных команд сухими контактами, рассчитанными на напряжение от 24 до 250 В DC и ток от 15 до 150 мА в объеме не менее:

- Включение возбуждения
- Обороты турбины $>90\%$;
- Возбуждение больше;
- Возбуждение меньше;
- Включение состояния выключателя генератора;

- Выключение предохранителя (схема возбуждения);
- Выделение на изолированную работу;
- Регулирование напряжения/ коэффициента мощности;
- Выключение возбуждения от систем генератора;
- Выключение возбуждения;
- Синхронизация – выбор выключателя генератора;
- Позволение синхронизации;
- Старт автоматической синхронизации;
- Стоп автоматической синхронизации;
- Тест режим синхронизации;
- Выключение предохранителя (схема синхронизации);
- Выключение предохранителя (схема синхронизации);
- Включенное состояние выключателя генератора;
- Выключенное состояние выключателя генератора;
- Позволение защиты обратной мощности;
- Опасная температура генератора;
- Выключение предохранителя (схема защит);
- Выключение предохранителя (схема защит);
- Выключение предохранителя (схема измерения);
- Повреждение регулятора.

Шкаф должен обеспечивать выдачу следующих основных релейных сигналов типа «сухой контакт»:

- Подготовленность генератора;
- Работа регулятора;
- Предостережение регулятора;
- Авария регулятора;
- Повреждение регулятора;
- Включение выключателя генератора;
- Обороты турбины больше;
- Обороты турбины меньше;
- Выключатель генератора выбран;
- Резерв выбран;
- Тест режим выбран;
- Тест ОК;
- Выключение предохранителя;
- Внутреннее нарушение реле контроля синхронизма;
- Внутреннее нарушение реле автоматической синхронизации;
- Подготовленность реле автоматической синхронизации;
- Синхронизация пробегает;
- Нарушение питания для синхронизации;
- Включение состояния выключателя генератора;
- Выключатель генератора – главное выключение;

- Выключатель генератора - резервное выключение;
- Выключатель сети – выключение;
- Шиносоединительный выключатель – выключение;
- Выключение турбины;
- Выключение возбуждения от системы защит генератора;
- Предостережение защиты Ф2 генератора (сумма 21);
- Предостережение защиты Ф2 генератора (сумма 41);
- Выключение защитой Ф2 (сумма 22, 23, 24, 25, 26, 27);
- Выключение защитой Ф1 (сумма 42, 43, 44, 45, 46, 47);
- Внутреннее нарушение защит;
- Нарушение питания для защит;
- Нарушение питания для измерения;
- Активная энергия;
- Реактивная энергия;
- Батарея – отказ;
- Понижение напряжения;
- Повышение напряжения;
- Отказ выпрямителя;
- Замыкание на землю, полюс +;
- Замыкание на землю, Полюс -;
- Отказ сети;
- Отказ выводов.

Контроль аппаратуры и диагностика отказов шкафа возбуждения и синхронизации осуществляется по показаниям измерительных приборов, сообщениям и индикации, отображаемым на дисплее. АРВ производит анализ всех дискретных сигналов, поступающих на модули ввода и на основании этого анализа формирует выходные сигналы о неисправностях и аварийных режимах в системе возбуждения. Срабатывание защит генератора и шкафа возбуждения и синхронизации должно фиксироваться на сенсорной панели, записываться в дневник событий, выводиться в виде сообщений на сенсорный экран, а также в виде дискретных сигналов на выходные реле шкафа.

2.2.6. Требования к защитам шкафа возбуждения и синхронизации

Шкаф должен содержать следующие защиты:

- от перегрузки по току возбуждения;
- от повышения напряжения генератора, отключенного от сети (действующая на аварийное гашение поля возбудителя);
- от снижения частоты напряжения статора генератора в режиме холостого хода;
- от коротких замыканий во вращающейся части бесщеточного возбудителя;
- от потери возбуждения;
- от превышения предельного тока возбуждения;

- от повреждений в силовой части преобразовательно-регулирующего канала;
- от короткого замыкания на выходе шкафа;
- от снижения изоляции цепей возбуждения;
- устройство контроля изоляции ротора генератора с диапазоном общего измерения сопротивления изоляции не ниже 0-300 кОм со ступенью сигнализации и ступени отключения;
- защиты, выполненные в регуляторе, должны соответствовать кодам ANSI.

Срабатывание защит должно отображаться на дисплее, записываться в дневник событий в регуляторе, фиксироваться на выходных реле шкафа и передаваться в виде дискретного сигнала и по интерфейсу ethernet или rs-485.

Должна обеспечиваться возможность цифровой настройки параметров и уставок.

2.2.7. Функции синхронизации шкафа возбуждения и синхронизации

Применено 3 режима синхронизации:

- локально вручную - локальная ручная синхронизация в зависимости от данных аналоговых измерительных приборов. Настраиваемые команды для выравнивания напряжения и частоты, включающая команда для параллельного сцепления выполняются вручную при помощи кнопок на панели шкафа – в месте синхронизации;

- локально автоматически – локальная автоматическая синхронизация при помощи автоматического фазирующего устройства. В данном случае надо только запускать процесс синхронизации при помощи кнопки на панели шкафа, а настраиваемые команды для выравнивания напряжения и частоты, и включающая команда для параллельного сцепления генерируются автоматически. В любой момент процесс синхронизации можно прервать специально кнопкой на панели;

- дистанционно-автоматически – дистанционная автоматическая синхронизация при помощи автоматического фазирующего устройства. Все команды по синхронизации принимаются от системы управления.

На панели оператора выполнена мнемосхема генераторного выключателя со световой индикацией его состояния.

Структурная схема управления генератором отражена в Приложении 3.

Принципиальные схемы защит, измерений, возбуждения приведены в Приложении 4.

Структурная схема. Взаимосвязь с в/вольтным РП-20 приведена в Приложении 5.

2.3. Шкаф распределительный с выпрямителем и шкаф с аккумуляторными батареями

Предназначены для обеспечения постоянным током приборов постоянного тока – аварийного маслососа, питания защит, синхронизации и регулирования возбуждения.

Выпрямитель работает в дежурном параллельном режиме с аккумуляторной батареей, которую при нормальной работе содержит в режиме поддерживающего заряда в заряженном состоянии и одновременно питает нагрузку. Только в случае прекращения питания переменного тока нагрузка питается от батареи.

- Входное напряжение - $3 \times 400 \text{ В} \pm 10\%$ / $50 \text{ Гц} \pm 5\%$ / $24,7 \text{ А}$
- Выходное напряжение - $110 \text{ В} \pm 10\%$ (т.е. макс 121 В)
- Коэффициент мощности - 0,83
- КПД не ниже - 85%
- Температура окр. воздуха - $0 \dots +45 \text{ С}$
- Наличие микропроцессорного регулятора с функциями:
 - измерения электрических параметров на входе/выходе;
 - выключатель на двери;
 - оптическая сигнализация: поддерживающая зарядка, выравнивающая зарядка, тест батарей, сбой сети, отказ источника, перенапряжение на выводе (с отключением), батарея разряжена, отказ в цепи батареи, тест батареи негативный замыкание на землю «+», замыкание на землю «-»;
 - «сухие» контакты в систему управления: сбой сети, сбой прибора, батарея разряжена, перенапряжение на выводе, отказ контура батареи, замыкание на землю «+», замыкание на землю «-».

Применяемые аккумуляторные батареи емкостью не ниже $100 \text{ А} \cdot \text{ч}$, необслуживаемые.

Наличие в шкафах нагревательных элементов с термостатом, светильников для освещения шкафа, в т.ч. дверной концевой выключатель.

Схема электроснабжения шкафа распределительного с выпрямителем в Приложении 6.

2.4. Шкаф источника бесперебойного питания (ИБП).

Предназначены для обеспечения питания оборудования шкафов системы управления турбогенератора. В комплект шкафа входят два источника бесперебойного питания для систем управления двух турбогенераторов.

- Напряжение питания, В $230(\text{AC})$;
- Выходное ном. напряжение, В $24(\text{DC})$;
- Выходной ном. ток, А 30 ;
- Номинальная мощность, кВт $1,7$.
- Температура окр. воздуха - $0 \dots +45 \text{ С}$

Предусмотреть выдачу сигналов работы ИБП согласно Схемы принципиальной шкафа ИБП.

Схема принципиальная шкафа ИБП приведена в Приложении 7.

3. ПЕРЕЧЕНЬ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПАРОВОЙ ТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ АТр 1G ТЭС 4РУ УЭ

Разработка технического решения.

- Выполнение технического обследования действующего оборудования и сбор исходных данных.
- Разработка технической документации на замену существующих шкафов на шкафы с аппаратурой в соответствии с ГОСТ 21558-2018, включающие следующее:
 - схемные решения (принципиальные электрические схемы, схемы подключений, внешние соединения);
 - план размещения оборудования в шкафах;
 - интерфейсы подключения к существующим системам управления и РЗА;
 - расчет токов КЗ, выбор сечений и аппаратов.
- Согласование технической документации и конфигурации РЗА с Заказчиком.
- Составление спецификации (номенклатуры) оборудования и материалов с указанием технических характеристик и производителей, с учетом необходимых средств автоматизации турбогенератора и кабельной продукции, подлежащих замене вследствие модернизации.
- Предоставление полного комплекта технической документации в электронном и бумажном виде.

4. ЗАКУПКА И ПОСТАВКА ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ

Поставка оборудования и материалов согласно разработанной и согласованной Заказчиком технической документации.

5. ДЕМОНТАЖ, МОНТАЖ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ

- 5.1. Демонтаж существующих шкафов и элементов вторичных цепей.
- 5.2. Монтаж новых шкафов и средств автоматизации в соответствии с ПСД с подключением ко всем необходимым точкам (вводы, нагрузки, системы АСУ, ЗА, РЗА и пр.).
- 5.3. Проведение комплекса пусконаладочных работ, включая первичную проверку, настройку, опробование и включение в работу.
- 5.4. Проведение функциональных и приёмосдаточных испытаний в присутствии Заказчика в течении 72 часов.
- 5.5. Подготовка и передача исполнительной документации (схем, отчетов, протоколов испытания, паспортов и т.д.) Заказчику.

6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА

Документы предоставляемые вместе с коммерческим предложением:

- рефернс-лист с указанием названия предприятия, на которое поставлялось аналогичное оборудование, название реализуемого объекта, номера телефона ФИО контактного лица на предприятии заказчика;
- не менее 2-х отзывов о положительном опыте работы оборудования, аналогичного поставляемому, от конечных пользователей;
- 3D модель всего поставляемого шкафного оборудования в формате 3D DWG или 3D pdf с расположенным в них всеми электрическими аппаратами;
- ответ на каждый пункт технического задания. Ответы должны быть исчерпывающими, конкретными, не допускающими двоякое толкование, исключающими повторные запросы;
- подробную спецификацию применяемых электротехнических материалов, аппаратов с указанием производителя, страны производства, типа, номинальных параметров и уставок применяемых аппаратов.

7. СЕРТИФИКАЦИЯ

7.1. Товар должен быть поставлен при наличии и предоставлении Покупателю следующих документов:

- сертификат соответствия Таможенного Союза и соответствовать ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» на Товар, а также иные установленные законодательством лицензии, сертификаты, патенты на право поставки, предлагаемого оборудования;
- сертификат качества или другой документ (формуляр, паспорт и т.п.), удостоверяющий соответствие фактически поставляемого Товара требованиям договора;

7.2 Изделия должно быть произведены на предприятии с системой менеджмента качества ISO 9001.

7.3 Обязательно наличие сервисной службы и технической поддержки поставляемого оборудования на территории Республики Беларусь.

8. ТРЕБОВАНИЯ К КОМПЛЕКТНОСТИ, ОФОРМЛЕНИЮ И СРОКАМ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ДОКУМЕНТАЦИИ

8.1. Документация поставляется согласно ГОСТ 2.601-2013 и оформляется в соответствии с требованиями правил, норм и стандартов (ГОСТ ЕСКД, СПДС и др.), действующих на территории Республики Беларусь.

8.2. В объем поставки Изделия должна входить следующая документация, предоставляемая Подрядчиком в указанные ниже сроки в оригиналах печатных экземпляров с копией на электронном носителе в форматах MS Word (doc) или pdf, если не указано иное:

- в течении 20-ти дней рабочих с момента заключения Договора - в следующем объеме: предварительный вариант технического задания на монтируемую площадку под установку на объекте эксплуатации (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf).

- в течении 45-ти дней рабочих с момента заключения Договора - в следующем объеме:

- окончательное техническое задание на монтируемую площадку (план расстановки оборудования) под установку на объекте эксплуатации (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- конструкторская документация на Изделия: конструктивные решения, габаритно-установочные и чертежи компоновки оборудования Изделий (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- опросные листы и принципиальные электрические схемы на комплектующие изделия (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf).

- в течении 60 дней рабочих с момента заключения Договора в следующем объеме:

- декларация/сертификат (или проект декларации/сертификата) соответствия Изделия стандартам Республики Беларусь (копия в электронном виде, формат pdf, gif, jpeg);
- техническая документация на Изделия в составе: титульный лист, ведомость чертежей, ведомость обозначений элементов, спецификация, однолинейная схема, конструкторский чертёж (внешний и внутренний вид в 3D формате), силовые цепи, измерительные цепи, цепи питания, цепи управления, входные цепи, аналоговые цепи, цепи устройств, цепи сигнализации, сервисные цепи, выходные цепи, клеммные ряды зажимов(копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- схемы электрические принципиальные на индивидуальные шкафы Изделий (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- схемы соединений (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- схемы расположения оборудования и проводок (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- схемы электрических цепей вторичных коммутаций (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- расчет тепловыделения с обоснованием необходимости применения принудительной вентиляции внутреннего пространства шкафов Изделий (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf);
- кабельный журнал (копия в электронном виде, формат MS Word (doc) или pdf).

8.3. Эксплуатационная документация должна поставляться одновременно с отгрузкой Изделия с завода-изготовителя в трех экземплярах

на русском языке на бумажном и продублирована на электронном носителе информации в pdf формате.

8.4. Эксплуатационная документация должна включать в себя, но не ограничиваться:

- Ведомость эксплуатационных документов.
- План расположения оборудования и проводок.
- Кабельный журнал.
- Ведомость монтажных частей.
- Технологические инструкции по эксплуатации для каждой из подсистемы и на все Изделие в целом.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Паспорт.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Комплект технической документации.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Руководство по эксплуатации.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Ведомость ЗИП.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Ведомость комплектовочная.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Ведомость упаковочная.
- Шкаф эл. защит и измерения генератора. Протокол заводских испытаний.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Паспорт.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Комплект технической документации.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Руководство по эксплуатации.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Ведомость ЗИП.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Ведомость комплектовочная.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Ведомость упаковочная.
- Шкаф возбуждения и синхронизации. Протокол заводских испытаний.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Паспорт.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Комплект технической документации.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Руководство по эксплуатации.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Ведомость ЗИП.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Ведомость комплектовочная.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Ведомость упаковочная.
- Шкаф с аккумуляторными батареями. Протокол заводских испытаний.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Паспорт.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Комплект технической документации.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Руководство по эксплуатации.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Ведомость ЗИП.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Ведомость комплектовочная.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Ведомость упаковочная.
- Шкаф распределительный с выпрямителем. Протокол заводских испытаний.

- Шкаф источника бесперебойного питания. Паспорт.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Комплект технической документации.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Руководство по эксплуатации.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Ведомость ЗИП.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Ведомость комплектовочная.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Ведомость упаковочная.
- Шкаф источника бесперебойного питания. Протокол заводских испытаний.
- Перечень сигналов АСУТП.
- Развернутая спецификация всего комплекта поставки оборудования.
- Ведомость инструментов и принадлежностей (с указанием количества) необходимых для монтажа, наладки и текущего обслуживания оборудования.
- Ведомость ЗИП (рекомендуемый ЗИП), требуемых для работы Изделия в гарантийный период.
- Ведомость ЗИП, поставляемых для обеспечения аварийно-восстановительного резерва Изделия в гарантийный период.
- Описание комплекса технических средств.
- Схемы диспетчеризации ИС Изделия, в т.ч. группы ИС.
- Схема структурная комплекса технических средств.
- Ведомости демонтажных, монтажных и пуско-наладочных работ.
- Декларация/сертификат (или проект декларации/сертификата) соответствия Изделия Техническому регламенту Таможенного Союза (копия в электронном виде, формат pdf, gif, jpeg).
- Паспорта на все комплектующие Изделий (копия в электронном виде, формат pdf, gif, jpeg).
- Протоколы заводских испытаний покупных изделий, в т.ч. трансформаторов (копия в электронном виде, формат pdf, gif, jpeg).
- Каталог запчастей на все комплектующие Изделия с указанием актуальных заказных каталожных номеров производителя комплектующих (деталей, узлов, материалов). Копия в электронном виде, формат pdf, gif, jpeg.
- Вся техническая документация на средства автоматизации и программное обеспечение должна быть представлена на русском языке.
- Сведения о содержании драгоценных металлов и камней.

9. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. Изделие должно соответствовать действующим в Республике Беларусь и международным стандартам, нормам и правилам по электро-, взрыво- и пожаробезопасности, в т.ч. «Правилам устройств электроустановок», «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилам промышленной безопасности», «Техническому регламенту безопасности», «Правилам пожарной безопасности» и обеспечивать

безопасную эксплуатацию для здоровья людей и воздействия на окружающую среду.

9.2. Конструктивно Изделия должны обеспечивать безопасность обслуживающего персонала от поражения электрическим током в соответствии с ТКП 427-2022.

9.3. Электрооборудование должно иметь сопротивление изоляции цепей в соответствии с требованиями «Правил устройства электроустановок».

9.4. Все металлические части электрооборудования, установленного в Изделиях, нормально не находящиеся под напряжением, должны иметь электрическое соединение с корпусом шкафов Изделий. Зажимы должны иметь специальные знаки, выполненные по ГОСТ 21130-75.

9.5. Оборудование должно быть устойчиво к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха, а также к механическим воздействиям, должно обеспечивать работоспособность согласно инструкции, на оборудование изготовителя.

10. ТРЕБОВАНИЯ К ЗАВОДСКИМ ПРИЕМО-СДАТОЧНЫМ ИСПЫТАНИЯМ

10.1. Для контроля качества изготовления Изделие подвергнуть приемосдаточным испытаниям по программе-методике предприятия-изготовителя в объеме, не менее, чем предусмотрено в СТП 33243.20.366-16 «Нормы и объем испытаний электрооборудования Белорусской энергосистемы», а также СТБ МЭК-60439-1-2007.

10.2. На приемосдаточные испытания предъявляется на Изделие, прошедшее все виды предшествующего контроля: входной контроль комплектующих и операционный контроль производства Изделия, а также предварительную проверку и калибровку всех датчиков (температура, и т.п.).

10.3. Результаты испытаний фиксируются в протоколах заводских испытаний Изделий.

10.4. На объекте Заказчика при сдаче Изделия в эксплуатацию проводится проверка ее работы по прямому назначению по программе и методике, разработанной заводом-изготовителем исходя из условий на объекте и согласованной с Заказчиком.

10.5. Результаты испытаний фиксируются в протоколах на Изделия и в акте приемки в эксплуатацию.

10.6. Протоколы испытаний и другую пуско-наладочную документацию приложить к комплекту документации на Изделие.

11. ТРЕБОВАНИЯ К ПУСКОНАЛАДОЧНЫМ РАБОТАМ

11.1. На завершающем этапе строительства, после монтажа Изделий Подрядчиком должны быть проведены пусконаладочные работы (ПНР). В объем ПНР входит проверка, регулировка, настройка и испытания электротехнического оборудования, включаются работы по наладке и испытаниям устройств РЗА, технических средств возбуждения, синхронизации,

питания и управления, вспомогательных инженерных систем и вспомогательного механического оборудования, которое вошло в комплект поставки Подрядчиком.

11.2. До начала ПНР на объекте Подрядчик должен разработать и представить на согласование рабочую программу ПНР. Программа ПНР предоставляется на согласование не менее чем за 2 недели до планируемой даты начала работ.

11.3. Для проведения ПНР должен привлекаться квалифицированный персонал электромонтажных организаций, имеющий в своем составе специальное подразделение по наладке электротехнического оборудования.

11.4. Специальное подразделение по наладке электротехнического оборудования должно быть материально обеспечено собственными техническими средствами (парк измерительной аппаратуры, испытательного оборудования и приспособлений, организация и оснащение электролаборатории, обеспечение рабочих мест приборами, инструментом, инструктивно-методическими материалами).

11.5. Составом ПНР предусматривается:

- изучение и анализ рабочей документации и технической документации предприятий-производителей оборудования;
- проверка соответствия выполненных монтажных работ в соответствии с утвержденной рабочей документацией;
- проверка правильности монтажа первичных и вторичных электрических цепей;
- механическая регулировка электротехнических устройств, настройка и конфигурация аппаратуры и элементов программно-технических средств контроля и управления, питания, возбуждения и синхронизации, включая РЗА;
- индивидуальные испытания смонтированного электрооборудования;
- функциональные испытания электрооборудования;
- комплексное опробование;
- приёмосдаточные испытания в присутствии Заказчика в течении 72 часов.

11.6. Объем и нормы испытаний электрооборудования должны устанавливаться рабочими программами ПНР и испытаний в соответствии с требованиями технической документации предприятия - производителя оборудования, ТКП 181-2023, на основании СТП 33243.20.366-16, СТБ МЭК-60439-1 и соответствовать ПУЭ (раздел 1, глава 1.8).

11.7. ПНР на устройствах РЗА необходимо проводить в соответствии с требованиями, установленными ТКП 181-2023.

11.8. ПНР автоматизированных систем контроля и управления, в том числе АСУТП, необходимо проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 34.601-90 (пункт 2.1, стадии 7 и 8).

11.9. Начало ПНР определяются степенью готовности СМР в соответствии с требованиями ТКП 181-2023. В электротехнических

помещениях должны быть закончены все строительные работы, включая отделочные, закрыты все проемы, колодцы и кабельные каналы, выполнено освещение, отопление и вентиляция, закончена установка оборудования и выполнено его заземление.

11.10. Окончание пусконаладочных работ ПНР считаются завершенными после:

- подтверждения устойчивой и надежной работы электроустановки, в том числе предусмотренных конструкторской документацией параметров и режимов, в рамках заданных технологических процессов;
- предоставления отчета о проведенных проверках и испытаниях в рамках ПНР;
- получения заключения служб эксплуатации Заказчика о соответствии построенного объекта требованиям разработанной документации;
- ввода объекта в промышленную эксплуатацию;
- подписания акта-приемки выполненных работ на основании условий договора подряда.

12. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТРУКТАЖА

12.1. На завершающем этапе строительства, после монтажа Изделий Подрядчиком должно быть произведен технический инструктаж (краткое обучение) по эксплуатации Изделий.

12.2. При проведении технического инструктажа представителем Подрядчика должны быть доведены до персонала эксплуатирующей организации:

- Электрические схемы Изделий;
- Основные сведения о конструкции Изделий, его составных частях;
- Технические особенности Изделий;
- Сведения о работе систем управления и автоматики;
- Методы проведения оперативных переключений;
- Общие требования к обслуживанию и эксплуатации Изделий;
- Сведения о результатах наладки Изделий;
- Сведения о введенных в терминалы РЗиА уставках, логических ключах;
- Сведения о введенных в устройства синхронизации и возбуждения уставках, логических ключах;
- Прочая информация, отражающая особенности Изделий, обеспечивающая безопасное и эффективное использование Изделий по назначению;
- До проведения технического инструктажа на объекте Подрядчик должен разработать и представить на согласование рабочую программу технического инструктажа. Программа технического инструктажа предоставляется на согласование не менее чем за 1 неделю до проведения инструктажа на объекте;

- Технический инструктаж должен быть разделен на теоретическую и практическую часть;
- Теоретическая часть должна включать в себя ознакомление эксплуатирующего персонала с технической документацией на Изделия;
- Практическая часть должна включать в себя занятия с эксплуатирующим персоналом непосредственно на Изделия с демонстрацией составных частей изделия, методов проведения переключений, обслуживания и пр.

13. СРОК И УСЛОВИЯ ГАРАНТИЙНОГО И ПОСЛЕГАРАНТИЙНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

13.1. Подрядчик гарантирует соответствие Изделий и поставляемого ПО настоящим техническим требованиям.

13.2. Гарантийный срок эксплуатации составляет 24 месяцев со дня ввода Изделий в эксплуатацию, включая поставленное ПО, но не более 30 месяцев с даты поставки.

13.3. В течение гарантийного срока Подрядчик безвозмездно устраняет выявленные дефекты и автоматически продлевает срок гарантии на срок, в котором изделие находилось в неисправном состоянии, а также проводит замену вышедших из строя составных частей, за исключением случаев, когда причиной дефекта явилось несоблюдение Эксплуатирующей организацией требований эксплуатационной документации.

13.4. Послегарантийное обслуживание осуществляется по дополнительным договорам с Заказчиком и не является предметом данного технического требования.

13.5. Подрядчик гарантирует готовность к заключению договора на сервисное обслуживание Изделий на объекте эксплуатации.

14. КОМПЛЕКТ РАСХОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

14.1. Подрядчик предоставляет комплект расходных материалов, необходимых для проведения монтажных и пусконаладочных работ в объеме, предусмотренном конструкторской и технической документацией завода-изготовителя.

15. ТРЕБОВАНИЯ К МАРКИРОВКЕ

10.1. На лицевой и оборотных сторонах панелей, должны быть нанесены поясняющие надписи с наименованием присоединения и номером позиции согласно схеме.

10.2. Надписи должны быть устойчивыми к стиранию и механическому воздействию.

10.3. Провода и клеммы должны иметь маркировку, соответствующую схемам.

10.4. Маркировку проводов выполнить промышленным способом термопечати с целью исключения стирания.

10.5. Все Изделия должны иметь не менее одной паспортной таблички, а также маркировку в соответствии с IEC 60 439-1.

Дополнительное требование:

При разработке технической документации рассмотреть возможность объединения функций шкафов релейной защиты, измерений, возбуждения и синхронизации в один конструктивно унифицированный шкаф, с обязательным соблюдением требований по электромагнитной совместимости, тепловому режиму, эргономике обслуживания и разделению функциональных зон.

Начальник ТЭС 4РУ УЭ

 Л.В. Ермаков

Главный инженер ТЭС 4РУ УЭ

А.А. Ерошик

Зам. главного инженера ТЭС 4РУ УЭ

 В.А. Лопан