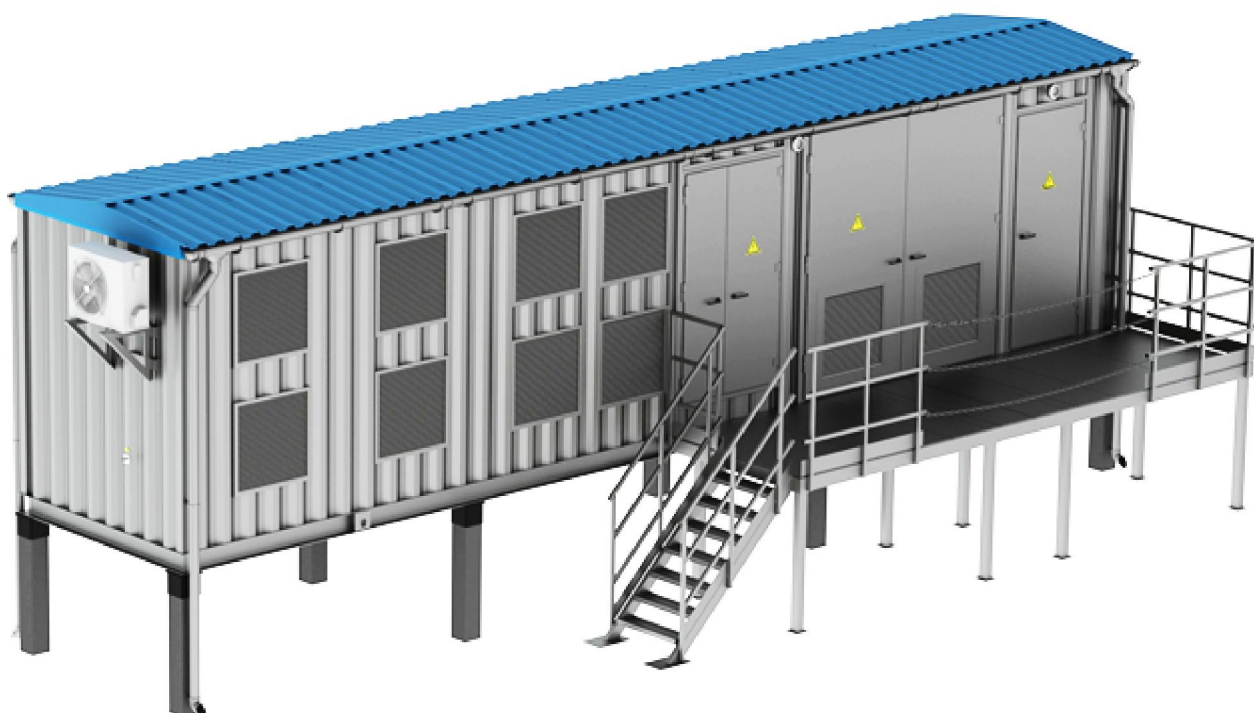


Техническое описание

Блочно-модульные инверторные установки для солнечных электростанций

на основе инверторов серии GSL
(Shenzhen Kstar Science and Technology Co. Ltd.)



ГЛОССАРИЙ

АИИС КУЭ – Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учета.

АРМ – Автоматизированное рабочее место.

АСУ ТП – Автоматизированная система управления технологическими процессами.

АУПТ – Автоматическая установка пожаротушения.

БМИУ – Блочно-модульные инверторные установки (инверторные станции).

ЖК-экран – жидко-кристаллический экран (панель управления).

ЗРУ – Закрытое распределительное устройство.

ИБП – Источник бесперебойного питания.

КЗ – Короткое замыкание в электрической цепи.

КШПТ – Коммутационный шкаф постоянного тока.

КПД – Коэффициент полезного действия.

КРУ – Комплектное распределительное устройство.

КРУЭ – Комплектное распределительное устройство с элегазовой изоляцией.

КСО – Камера сборная одностороннего обслуживания.

МУ/ДУ – Местное/Дистанционное управление.

НН – Низшее напряжение.

ОПС – Охранно-пожарная сигнализация.

ПУЭ – Правила устройства электроустановок.

РДУ – Региональное диспетчерское управление.

РП – Распределительный пункт.

САУ – Система автоматизированного управления.

СН – Среднее напряжение.

СЭС – Солнечная электростанция.

ТИ – Телеизмерения.

ТС – Телесигнализация.

ТУ – Телеуправление.

ШСН – Шкаф собственных нужд.

ЩСН – Щит собственных нужд.

ЦОТУ – Центр оперативно-технического учета.

ФЭМ – Фотоэлектрические модули

IGBT – Биполярный транзистор с изолированным затвором.

LVRT – Функция генераторного режима при провале напряжения сети.

MPPT – Функция отслеживания точки максимальной мощности.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛОССАРИЙ	2
1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ	4
3. ПРЕИМУЩЕСТВА.....	5
4. ТИПОВЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ БМИУ	6
4.1. Общие данные типовых исполнений.....	6
4.2. Технические характеристики	7
4.3. Главная электрическая схема БМИУ	8
4.4. Внешний вид БМИУ	11
4.5. План размещения оборудования	12
5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНВЕРТОРА.....	13
5.1. Режимы работы инвертора	13
5.2. Защитные функции инвертора	14
6. КОНСТРУКЦИЯ	16
6.1. Электрическая часть.	16
6.2. Система автоматизированного управления (САУ) БМИУ	20
6.3. Конструкция здания.....	21
6.4. Строительная часть.....	23
7. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ (РП, ЗРУ) 6-10кВ.....	24
8. ПРИМЕР СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 15 000 кВт	26
9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	27
10. СЕРВИС И ГАРАНТИИ.....	27
НАШИ РЕКВИЗИТЫ	28

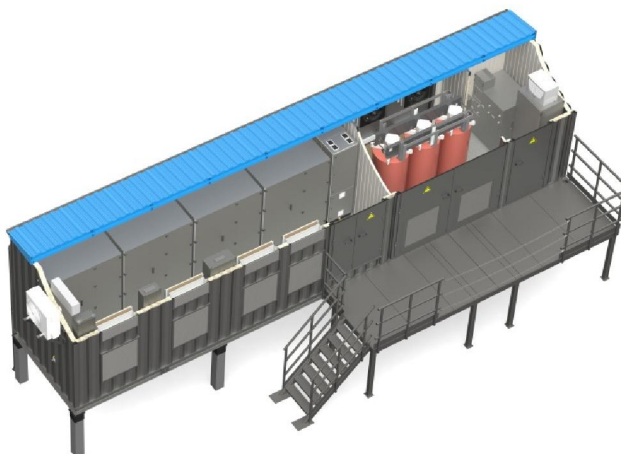
1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий Каталог содержит основную информацию об оборудовании, функциях и технических решениях Блочно-модульных инверторных установок (БМИУ) производства АО «Электронмаш», предназначенных для работы в составе крупных наземных солнечных электростанций с выходным напряжением 6-10 кВ.

Каталог предназначен для ознакомления с конструкцией, основными параметрами, а также правилами оформления заказа.

В связи с тем, что АО «Электронмаш» постоянно совершенствует свои решения, и вносит изменения в конструкцию с целью улучшения технических характеристик выпускаемого оборудования, решения, предлагаемые по конкретному заказу могут отличаться от представленных в данном Каталоге.

На предприятии внедрена система менеджмента качества в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 9001.



2. НАЗНАЧЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

БМИУ описанные в настоящем каталоге представляют собой комплектное модульное здание наружной установки транспортного габарита полной заводской готовности. БМИУ предназначены для приема и преобразования электрической энергии от группы солнечных панелей с последующей передачей в распределительный пункт (РП) напряжением 6 или 10кВ¹.

Климатическое исполнение БМИУ- У1, УХЛ1, ХЛ1 по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1, при этом:

- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - не ниже минус 60°C;
- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - не выше: плюс 40°C;
- высота над уровнем моря не более 1000м;
- относительная влажность воздуха – 95 % при + 25° С;
- содержание в окружающей среде коррозионно-активных агентов – для атмосферы типа I-II (промышленная) согласно ГОСТ 15150;
- сейсмостойкость по шкале MSK-64, до 9 баллов.

БМИУ соответствуют современным международным и Российским требованиям, включая:

- EN 50530;
- IEC 61683;
- IEC 62109-1;
- IEC 62109-2;
- IEC 62116;
- IEC 62446-2009;
- IEC 60364;
- IEC/TR 60755:2008;
- IEC 61557;
- IEC 61730;
- IEEE 1547;
- VDE-AR-N4105;
- Сертификация по BDEW; UL 1741;
- ГОСТ 14693,
- ГОСТ 13015,
- ТУ 3412-008-52159081-2015.

¹ Опционально, возможны напряжения 20 и 35кВ.

3. ПРЕИМУЩЕСТВА

3.1. Особенности

- Различные исполнения БМИУ для различных климатических условий.
- Каркас БМИУ представляет собой усиленную цельносварную стальную конструкцию.
- Инвертор не содержит трансформатора, генерацию трехфазного переменного тока осуществляет трехфазный мостовой инвертор.
- САУ позволяет дистанционно контролировать работу всего оборудования БМИУ, а также управлять включением и отключением инверторных станций, регулировать выходную мощность, управлять соотношением активной и реактивной мощности.
- Питание подсистем и каналообразующего оборудования осуществляется от ИБП в составе ЩСН.

3.2. Универсальность

- Типовые исполнения БМИУ позволяют компоновать любую мощность СЭС.
- Совместимость с электрическими сетями 6, 10 кВ и возможность изготовления на напряжения 20, 35кВ.

3.3. Простота монтажа и обслуживания

- Транспортный габарит БМИУ обеспечивает возможность транспортировки без дополнительных затрат.
- Установка на один из нескольких вариантов фундаментов (ленточный, железобетонные сваи, стойки УСО, плита) позволяет размещать БМИУ на различных типах грунтов.

3.4. Надежность

- Соответствие строительным требованиям и нормам.
- Инвертор сохраняет режим генерации в сеть при коэффициенте мощности в диапазоне (0,9...1,0) как в режиме генерирования реактивной мощности, так и в режиме потребления.
- Качество электроэнергии соответствует требованиям ГОСТ 30.804.4.30-2013 во всех нормальных, а также наиболее вероятных ремонтных/послеаварийных режимах работы прилегающей сети.
- Широкий диапазон входного напряжения позволяет увеличить продолжительность работы инвертора.
- Металлопленочные конденсаторы обеспечивают безопасную работу и надежность системы.

3.5. Эффективность

- Эффективность $MPPT > 99,9\%$.
- КПД инвертора $> 98,7\%$.
- Европейский КПД инвертора $> 98,5\%$.
- Потери инвертора в режиме ожидания (ночное время) < 10 Вт.
- Регулирование реактивной мощности.
- Регулирование активной мощности во всем диапазоне (0 ~ 100%).

3.6. Сервис по вводу в эксплуатацию

- Параметрирование РЗА, инверторов и компонентов САУ при выходе оборудования с завода;
- Полная заводская готовность (все оборудование смонтировано, сконфигурировано и проверено в заводских условиях);
- Шеф-монтаж и шеф-наладка;
- Монтаж и наладка от производителя (опция);
- Обучение персонала Заказчика.

3.7. Гарантийное и сервисное обслуживание

- Профилактическое обслуживание и ремонт в течение гарантийного и сервисного периодов;
- Оперативная замена вышедшего из строя оборудования;
- Наличие постоянного сервисного склада комплектующих;
- Сервисные центры и центры поддержки Заказчиков в регионах;
- Техническая поддержка Заказчика 24 ч /7 дней в неделю.

4. ТИПОВЫЕ ИСПОЛНЕНИЯ БМИУ

4.1. Общие данные типовых исполнений

Для формирования оптимальной суммарной мощности СЭС выделено три типоразмера БМИУ по установленной номинальной мощности.

Номинальная мощность инверторов*, кВт	1 500 (2х750)	2 250 (3х750)	3 000 (4х750)
Максимальное входное напряжение постоянного тока, В	1000		
Номинальное напряжение выдачи в сеть, кВ	6; 10		
Габаритные размеры БМИУ (ДхШхВ), мм	12 192 х 2 438 х 3 200		
Масса, т	22	25	28

* Возможны нетиповые исполнения БМИУ по установленной мощности, напряжению ФЭМ и напряжению выдачи в сеть.

Ниже приведены варианты формирования суммарной мощности СЭС типовыми вариантами БМИУ:

Требование	Решение
Суммарная установленная мощность СЭС, кВт	Количество БМИУ и их мощность с коэффициентом*, кВт
5 000	2 х 2 250
10 000	2 х 3 000 + 1 х 2 250
15 000	4 х 3 000
20 000	4 х 3 000 + 2 х 2 250
25 000	6 х 3 000 + 1 х 2 250
30 000	8 х 3 000
35 000	9 х 3 000 + 1 х 1 500
40 000	10 х 3 000 + 1 х 2 250
45 000	12 х 3 000
50 000	12 х 3 000 + 1 х 2 250 + 1 х 1 500
55 000	14 х 3 000 + 1 х 2 250
60 000	16 х 3 000

* коэффициент учитывает потери в компонентах сети от ФЭМ до инверторов, а также допустимые перегрузки инверторов в пиковых режимах.

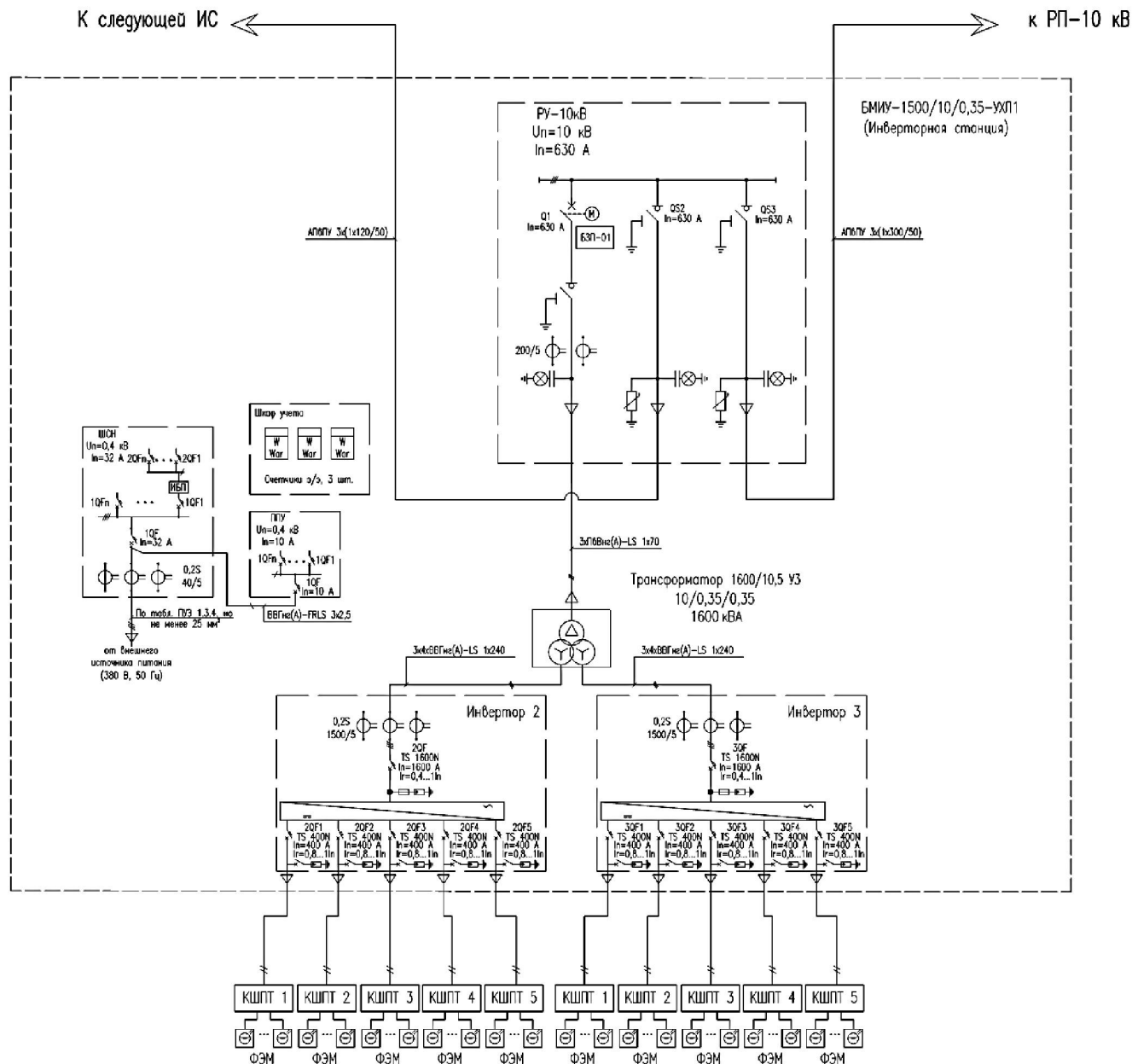
4.2. Технические характеристики

Параметр		Значение ²		
Общие параметры БМИУ	Номинальная мощность инверторов, кВт	1 500 (2x750)	2 250 (3x750)	3 000 (4x750)
	Номинальная мощность трансформатора, кВА	1x1 600	1x2 500	1x3 200
	Максимальное входное напряжение постоянного тока, В	1000		
	Номинальное напряжение выдачи в сеть, кВ	6; 10		
	Габаритные размеры БМИУ	12 192 x 2 438 x 3 200		
	Интерфейс связи с АСУ ТП СЭС	Ethernet		
	Протокол передачи данных в АСУ ТП СЭС	Modbus TCP, МЭК 61870-5-104		
	Сторона постоянного тока инвертора	Диапазон входного напряжения, В	600-800	
		Диапазон напряжения МРРТ, В	500-850	
		Максимальное напряжение постоянного тока, В	1000	
		Точность МРРТ, %	≥99	
		Допустимое число подключаемых цепей	10	
		Максимальный входной ток каждой цепи, А	160	
		Максимальный суммарный ток, А	1 680	
	Сторона переменного тока инвертора	Максимальная выходная мощность долговременной работы, кВт (при $\cos \varphi = 1$)	825	
		Номинальное напряжение, В	350	
		Номинальный выходной ток, А	1237	
		Допустимый диапазон напряжения	(1±15%) Uном	
		Номинальная частота, Гц	50 / 60 (±4,5)	
		Диапазон регулирования коэффициента мощности	от -0,85 до +0,85	
		Общий коэффициент гармонических искажений электрического тока	<3% (номинальная мощность)	
		Составляющая постоянного тока	<0,5% (номинальный выходной ток)	
	Общие параметры	Максимальный КПД, %	>98,7	
		Европейский КПД, %	>98,5	
		Потребление энергии в режиме ожидания, Вт	<20	
		Способ охлаждения	Принудительное воздушное охлаждение	
		Интерфейс связи	RS485, RS232	

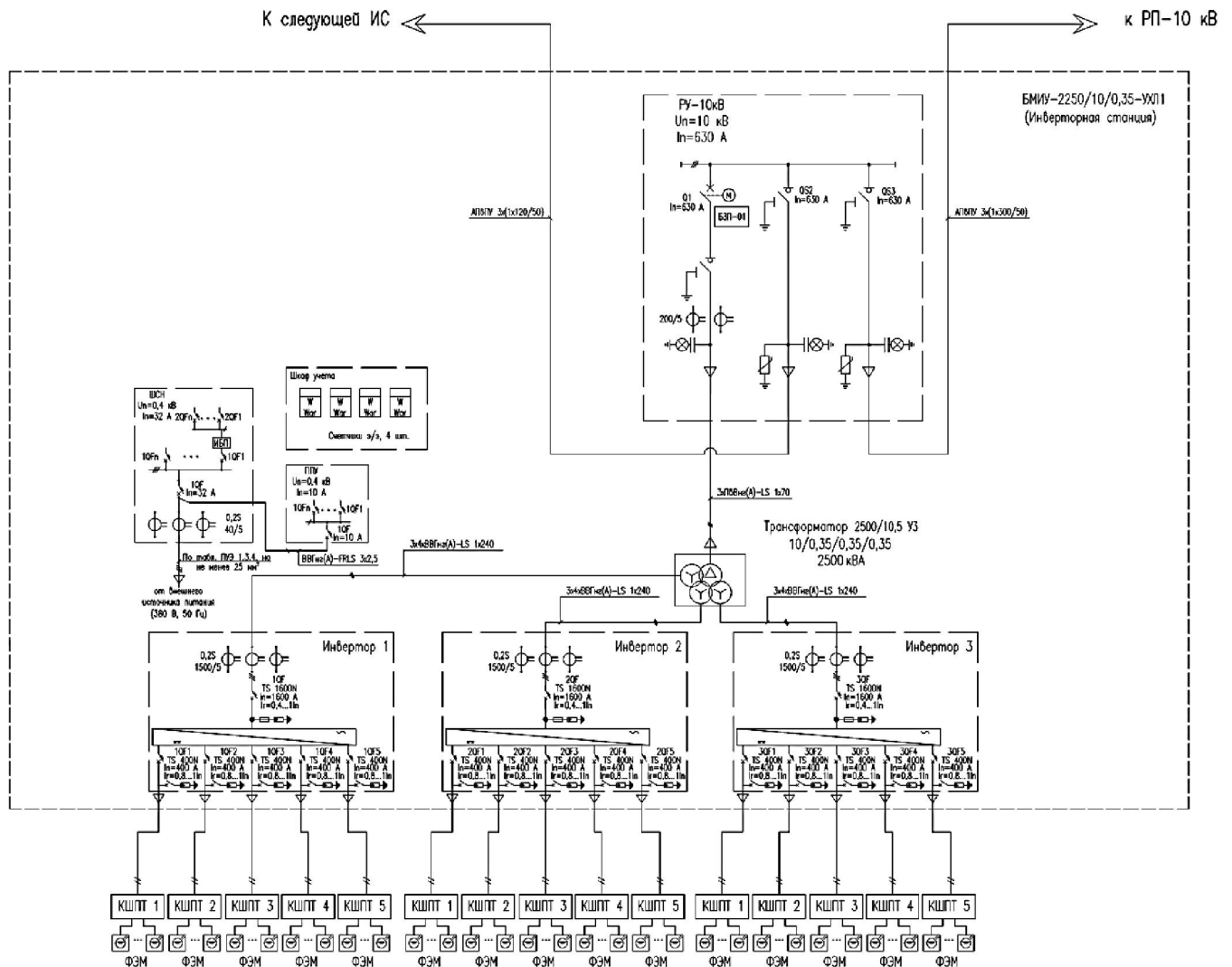
² Возможна поставка нетиповых исполнений БМИУ выполненных в соответствии с индивидуальными требованиями Заказчика.

4.3. Главная электрическая схема БМИУ

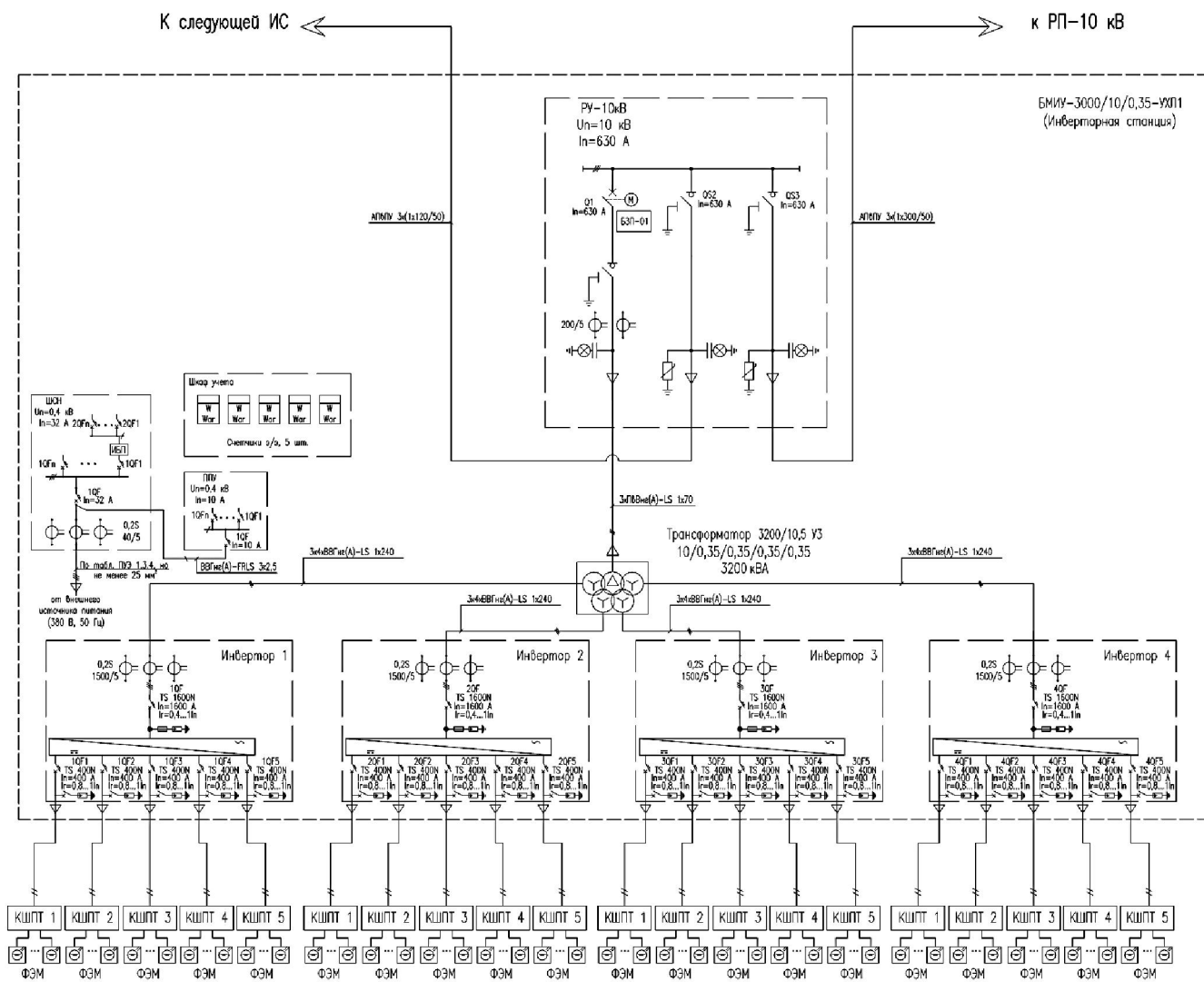
4.3.1. Главная электрическая схема БМИУ мощностью 1 500 кВт



4.3.2. Главная электрическая схема БМИУ мощностью 2 250 кВт

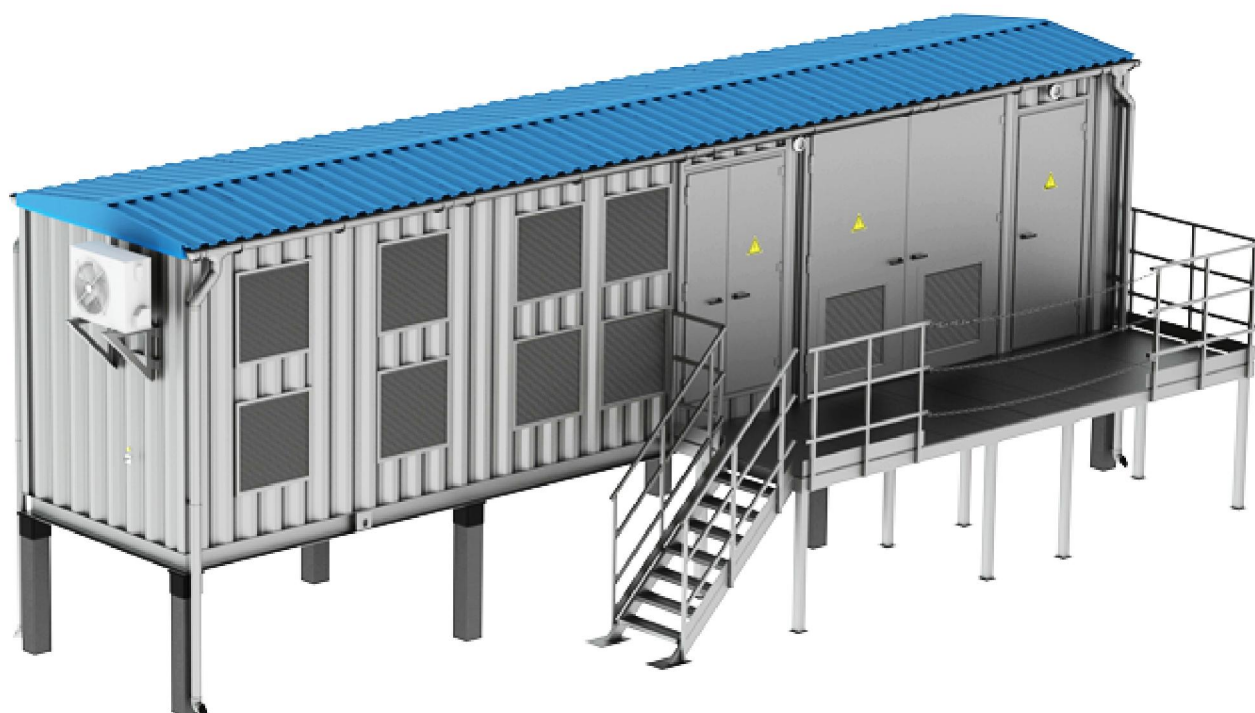


4.3.3. Главная электрическая схема БМИУ мощностью 3 000 кВт



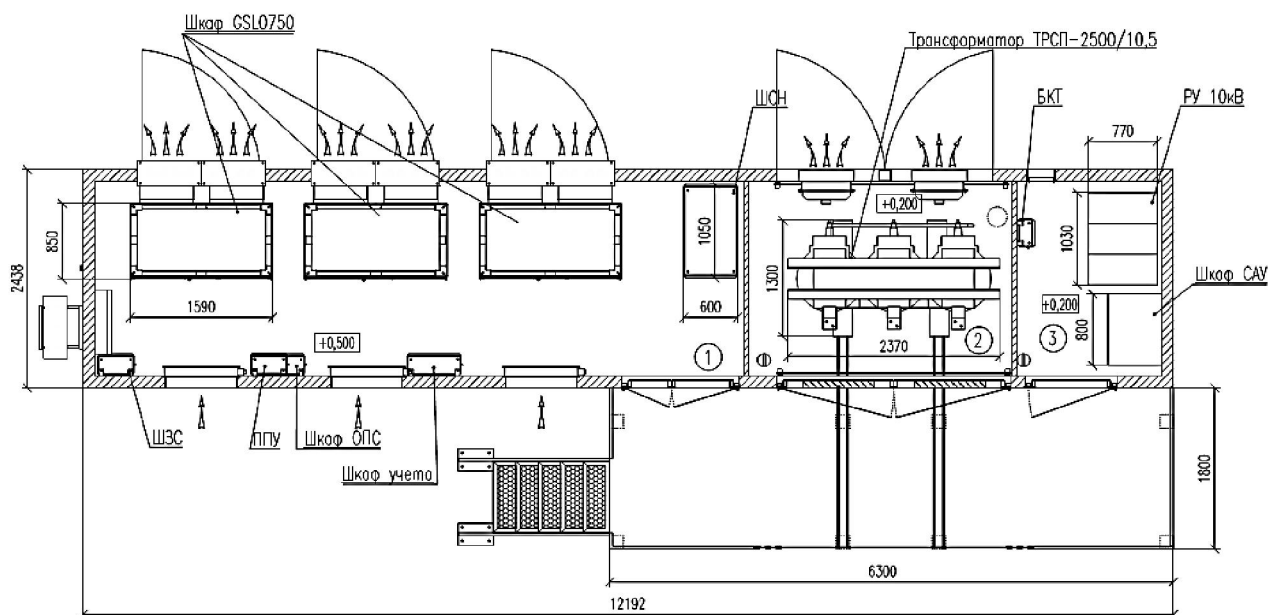
4.4. Внешний вид БМИУ

4.4.1. Внешний вид БМИУ мощностью 3000кВт



4.5. План размещения оборудования

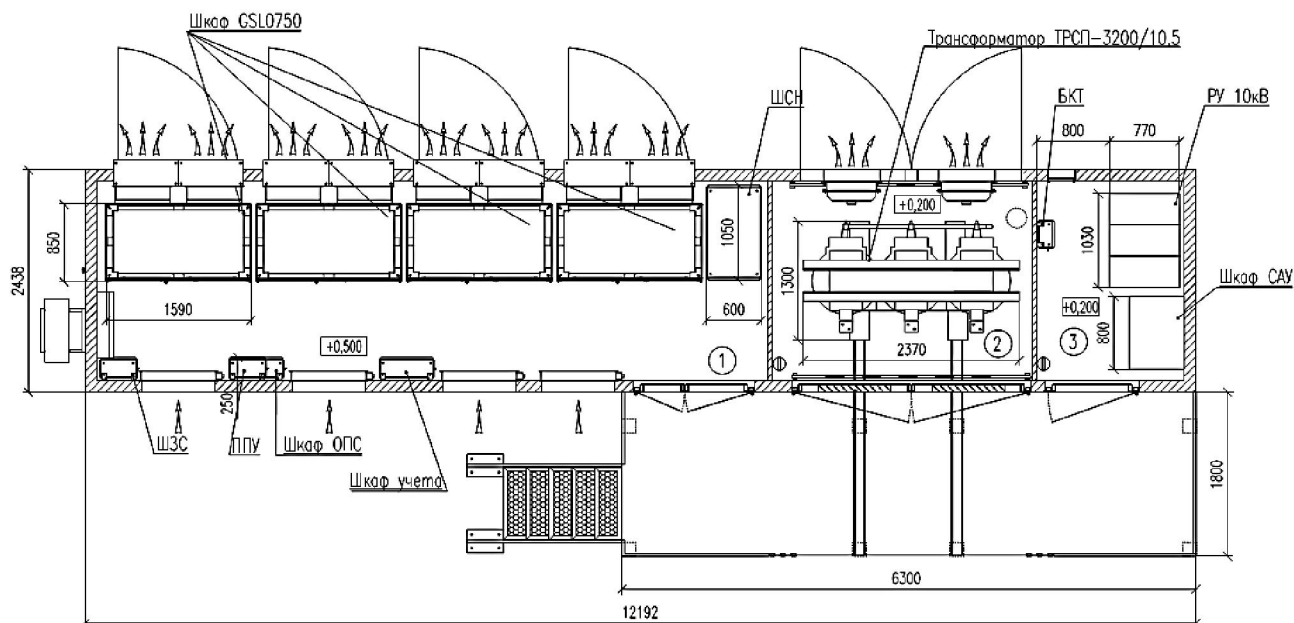
4.5.1. Пример размещения оборудования в БМИУ мощностью 2 250 кВт



Экспликация помещений

Поз.	Наименование	Площадь, м²	Кат. пом.
1	Помещение инверторов	—	В4
2	Помещение трансформатора	—	В4
3	Помещение РУ-10 кВ	—	В4

4.5.2. Пример размещения оборудования в БМИУ мощностью 3 000 кВт



Экспликация помещений

Поз.	Наименование	Площадь, м²	Кат. пом.
1	Помещение инверторов	—	В4
2	Помещение трансформатора	—	В4
3	Помещение РУ-10 кВ	—	В4

5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНВЕРТОРА

5.1. Режимы работы инвертора

Предусмотрена работа инвертора в следующих режимах:

1) Нормальный:

При достаточном солнечном излучении постоянное напряжение ФЭМ находится в номинальном диапазоне; инвертор преобразует электроэнергию постоянного тока в переменный и передает её в сеть.

2) Режим ожидания:

Осуществляется мониторинг состояния инвертора, инвертор частично отключен.

3) Ночной:

Активна только дежурная схема питания собственных нужд.

Переключение между режимами происходит автоматически:

1) Между нормальным режимом и режимом ожидания при возникновении следующих условий:

- Входное постоянное напряжение превосходит номинальный диапазон;
- Недопустимые значения параметров сети;
- Отказ инвертора.

2) Между режимом ожидания и нормальным режимом при возникновении следующих условий:

- Входное постоянное напряжение находится внутри требуемого диапазона;
- Напряжение сети находится в допустимом диапазоне.

3) Между режимом ожидания и ночным режимом - как только напряжение ФЭМ станет менее допустимого диапазона.

Алгоритм работы инвертора определяется выбранными пользователем настройками вариантов компенсации реактивной мощности:

1) PV (по умолчанию):

Инвертор перейдет во включенное состояние при наличии напряжения фотоэлектрического элемента (в дневные часы). При отсутствии напряжения фотоэлектрического элемента (ночные часы) инвертор будет выключен. Пока инвертор включен, он получает максимальную мощность от ФЭМ (во время работы MPPT), при этом инвертор будет осуществлять подпитку сети реактивной мощностью в случае снижения напряжения сети ниже уставки выходного напряжения инвертора.

2) Q-Limit:

Инвертор работает аналогично режиму PV и дополнительно генерирует или поглощает реактивную мощность (Q) в соответствии с пользовательской настройкой допустимого значения реактивной мощности.

3) P_f:

Инвертор работает аналогично режиму PV и дополнительно генерирует или поглощает реактивную мощность (Q) в соответствии с пользовательской настройкой допустимого значения коэффициента мощности (Рис. 3).

4) PVCQ

В режиме PVCQ, даже при отсутствии напряжения ФЭМ (в ночное время) инвертор остается включенным. Это позволяет непрерывно контролировать реактивную мощность ночью в соответствии с пользовательской настройкой допустимого значения реактивной мощности. Соответственно, подпитка реактивной мощностью будет осуществляться и ночью. В режиме PVCQ, контроль максимальной мощности осуществляется так же, как и в режиме PV.

Выбор алгоритма работы и пользовательские настройки значений предельных активной и реактивной мощностей могут осуществляться как с панели управления расположенной на шкафу инвертора, так и дистанционно из АСУ ТП. Для смены алгоритма не требуется отключение инвертора.

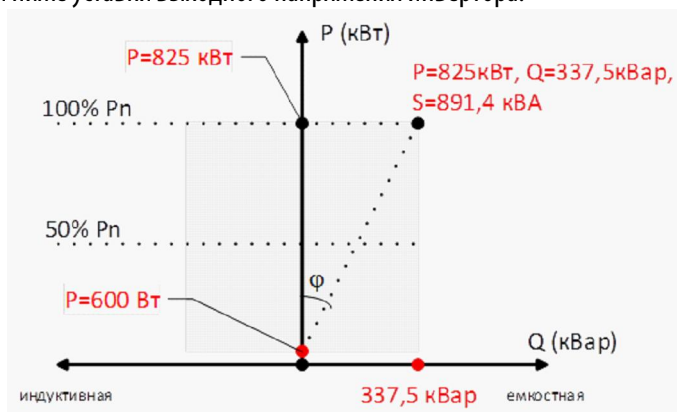


Рис. 1

5.2. Защитные функции инвертора

Инвертор поддерживает следующие функциональные возможности и защиты:

1) Защита от изолирования (секционирования).

При пропадании напряжения сети, инвертор отключается за время не более 1с. Повторное восстановление работы происходит через заданный интервал времени (25...1200) сек. после установления номинальных параметров сети (установленное по умолчанию значение - 25с.)

2) Защита от КЗ внутренней шины постоянного тока.

Защита от короткого замыкания внутренней шины постоянного тока инвертора срабатывает через 0,02 сек после возникновения КЗ на шине постоянного тока инвертора. Повторный перезапуск возможен в ручном режиме.

3) Защита от падения напряжения ФЭМ.

Защита от падения напряжения ФЭМ срабатывает через 0,08 сек. после того, как напряжение входа станет ниже величины равной $\sqrt{2}U_{\text{вх}}+10\text{В}$. Повторное восстановление работы произойдет через 5 мин после восстановления напряжения ФЭМ.

4) Защита от короткого замыкания и от подпитки места короткого замыкания.

Защита при КЗ на выходе инвертора срабатывает через 120 мс после падения выходного напряжения инвертора менее 22% $U_{\text{ном}}$ и ограничении выходного тока на уровне $1,1I_{\text{ном}}$.

Повторное автоматическое восстановление работы через 5 мин после пропадания короткого замыкания или по внешней команде.

При падении напряжения до уровня, не ниже чем 22% от номинального или при меньшем выходном токе, срабатывание защиты происходит по алгоритму LVRT.

5) Защита при пропадании или снижении опорного сетевого напряжения (LVRT).

Назначение LVRT - поддержание генераторного режима при провале напряжения сети в результате КЗ. Инвертор остается подключенным к сети, если снижение напряжения не превышает установленные величины (10, 20 или 30%).

В этом режиме инвертор выдаёт в сеть реактивную мощность, пока напряжение сети остается ниже заданной зоны. По умолчанию в состоянии LVRT инвертор стремится вырабатывать 100-% номинальный ток. Время работы инвертора при снижении напряжения ниже установленного значения (но выше 22% от номинального) линейно зависит от уровня снижения напряжения, но не превышает 2 сек (Рис. 4-6).

При снижении напряжения до уровня 22 % от номинального инвертор сохраняет работу в течение 0,625 сек, после чего отключается.

В режиме LVRT падение напряжения ниже 22% без ограничения тока на уровне $1,1I_{\text{ном}}$ приводит к отключению инвертора через 150мс.

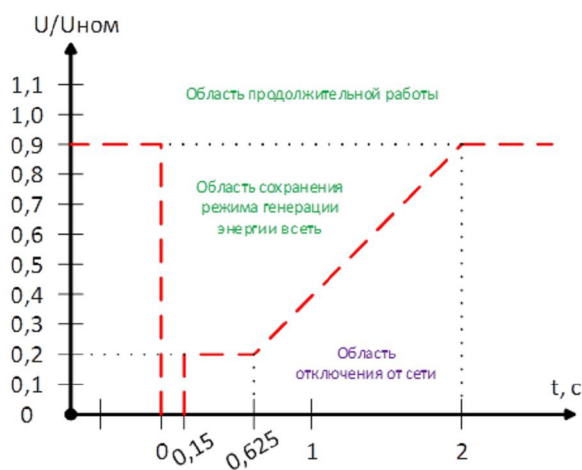


Рис. 2. Графические схемы работы алгоритма LVRT при настройке порога минимального напряжения на уровне минус 10% от номинального.

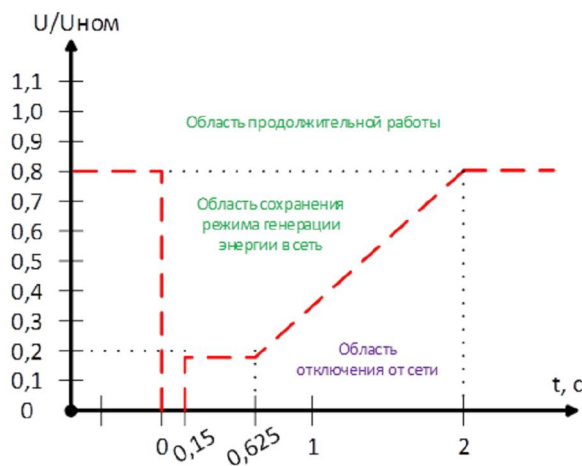


Рис. 3. Графические схемы работы алгоритма LVRT при настройке порога минимального напряжения на уровне минус 20% от номинального.

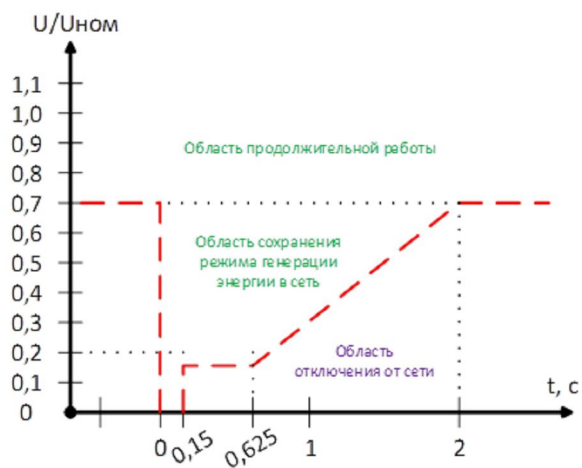


Рис. 4. Графические схемы работы алгоритма LVRT при настройке порога минимального напряжения на уровне минус 30% от номинального.

6) Защита от превышения напряжения сети.

Отключение инвертора происходит при следующих значениях напряжения и длительности такого режима (рис. 7):

- при $U = (1,11 \dots 1,2) \times U_{ном}$ свыше 10 сек;
- при $U = 1,3 \times U_{ном}$ свыше 0,5 сек.

7) Защита от выхода частоты сети за разрешенный диапазон.

При выходе значения частоты за диапазон $\pm 4,5$ Гц происходит отключение инвертора.

8) Защита от снижения входной мощности.

Для выдачи максимальной мощности в любых условиях окружающей среды (функция MPPT), контроллер инвертора анализирует вольтамперную характеристику ФЭМ и применяет подходящее сопротивление (нагрузку).

Защита от снижения входной мощности срабатывает

через 15 мин после того, как ток ФЭМ упадет ниже 2А. Повторное восстановление работы через 15 мин.

9) Защита от превышения входного тока.

Защита по перегрузке входа срабатывает через 0,02 сек., если входной ток превысит максимально допустимое значение (1140А для GSL0630 и 1500А для GSL0750) или входная мощность превысит максимально допустимое значение (708кВт для GSL0630 и 840кВт для GSL0750). Повторное автоматическое восстановление работы через 5 мин после пропадания перегрузки или по внешней команде.

10) Защита от обратной полярности постоянного тока.

Защита от переплюсовки ФЭМ срабатывает через 0,02 сек после того, как обратное напряжение станет более 60 В. Повторное восстановление работы через 5 мин после устранения причины аварии.

11) Защита исключающая несинхронное включение СЭС в сеть.

Включение инвертора в сеть происходит после синхронизации частоты и моментов перехода напряжения через ноль.

12) Защита от перегрева.

Тепловая защита срабатывает через 0,5 сек при нагреве шкафа выше 60°C или IGBT модулей выше 115°C. Перезапуск инвертора через 5 минут после уменьшения температуры элементов.

13) Защита от обратного тока

Защита от обратного тока срабатывает через 5мин после того, как входной ток станет менее 2А или обратным. Повторное восстановление работы через 15 мин после пропадания причины аварии.

14) Аварийное (ручное) отключение

Аварийное отключение срабатывает через 0,5 сек после нажатия кнопки «ЕРО». Повторный перезапуск возможен в ручном режиме

Помимо вышеуказанных функций в инверторе предусмотрены:

- 1) Защита от короткого замыкания питающей линии.
- 2) Защита от нарушения чередования фаз.
- 3) Защита от обрыва фазы.
- 4) Защита от перегрузки.

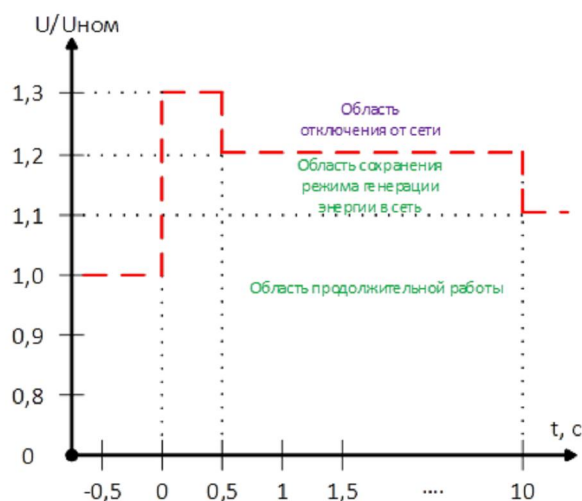


Рис. 5. Графическая схема работы алгоритма по уровню сетевого напряжения

6. КОНСТРУКЦИЯ

6.1. Электрическая часть.

6.1.1. Состав

В состав БМИУ входит следующее электротехническое оборудование:

- Инверторы в количестве 2-х, 3-х или 4-х установок в зависимости от выбранного варианта мощности БМИУ;
- Распределительное устройство среднего напряжения, состоящее из 3-х КСО, моноблоков или КРУЭ;
- Силовой трансформатор;
- Шкаф учета;
- Шкаф собственных нужд БМИУ с ИБП.

6.1.2. Инвертор

Типовые исполнения БМИУ комплектуются инверторами серии GSL изготовленными в России по соглашению с Shenzhen Kstar Science and Technology Co. Ltd.

При изготовлении инверторов обеспечивается соответствие требованиям по локализации оборудования, в соответствии с требованиями Постановления Правительства РФ от 28.05.2013 №449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности» и Приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 11 августа 2014 г. № 1556 «Об утверждении Порядка определения степени локализации в отношении генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии», в том числе обеспечивается выполнение условия: «Сборка, конечное соединение элементов проводки и тестирование преобразователя тока (инвертора) выполнены в Российской Федерации».

Технические характеристики инверторов приведены в Разделе 4.

Функционально инвертор состоит из двух основных частей – силовой схемы и системы управления. Система управления на базе цифрового сигнального процессора получает сигналы о токах и напряжениях в



Рис. 6. Инвертор GSL-0750

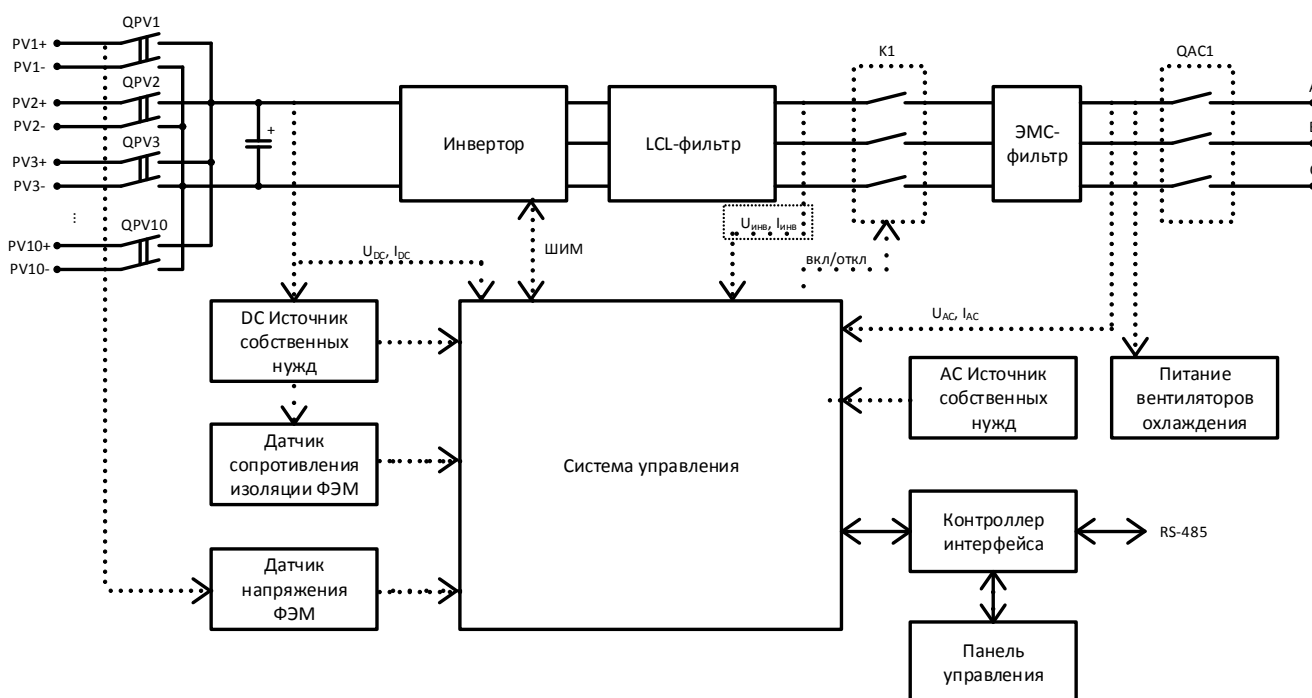


Рис. 7. Блок-схема инвертора

силовой схеме и формирует сигнал управления силовыми ключами таким образом, чтобы передавать в сеть мощность требуемой величины синхронно с сетью. При изменении параметров сети (частота, напряжение, форма напряжения) система управления изменяет алгоритм коммутации ключами таким образом, чтобы сохранить режим работы инвертора. Граничные значения параметров сети, при которых происходит отключение инвертора, задаются при настройке инвертора на заводе по параметрам, согласованным с заказчиком.

Инвертор не содержит трансформатора, генерацию трехфазного переменного тока осуществляет трехфазный мостовой инвертор. Обозначения функциональных элементов на блок-схеме и их предназначение:

- Инвертор – трех фазный мостовой инвертор на базе IGBT транзисторов. Предназначен для генерации трехфазного напряжения переменного тока, совпадающего по фазе, форме и амплитуде с напряжением сети;

- LCL фильтр – фильтр помех. Предназначен для фильтрации высокочастотных помех инвертора, вызванных ШИМ модуляцией;

- ЕМС фильтр – фильтр помех. Предназначен для фильтрации высокочастотных помех на проводах сети;

- АС источник собственных нужд – источник питания собственных нужд инвертора питающийся от напряжения сети;

- Питание вентиляторов охлаждения – блок служит для коммутации контакторов, подающих напряжение на вентиляторы охлаждения;

- Датчик сопротивления изоляции ФЭМ – блок служит для измерения сопротивления изоляции и передачи в систему управления измеренного значения;

- Датчик напряжения ФЭМ – служит для передачи в систему управления информации о напряжении каждой ветви ФЭМ и положении соответствующего выключателя;

- Контроллер интерфейса – вспомогательный микроконтроллер, служащий для формирования информации для панели управления и обмена информацией с САУ по RS485;

- Панель управления – ЖК экран с клавишами на фасаде инвертора.

Панель управления позволяет отслеживать состояние инвертора, контролировать и настраивать его параметры, получать предупреждения.

Предусмотрена передача сигналов состояния и измерений в САУ БМИУ, а также управление инвертором с уровня диспетчера РДУ, ЦОТУ, АРМ СЭС.

GSL	2017-01-10	11:24:49
750kV	Синхронизация	Нормальный
◀ Выход	Нагрузка	Энергия ▶
	A(AB)	B(BC) C(CA)
Свх, кВА	2.4	2.4 2.4
Рвх, кВт	2.4	2.4 2.4
Qвх, кВАр	0.0	0.0 0.0
Нагрузка, %	0.9	0.9 1.0
общий выходной	7.2	
Входн выкл 1 замкнут	01-10 11:15 ^	
Контактор сети замкнут	01-10 11:16	
Режим генерации	01-10 11:16	
⏮	⏪	⏩ ⏭ (?)

GSL	2017-01-10	11:24:56
750kV	Синхронизация	Нормальный
◀ Выход	Нагрузка	Энергия ▶
Выработка за день, кВтч	5.6	
Выработка за месяц, кВтч	13.8	
Прошедший день, кВтч	8.2	
Прошедний месяц, кВтч	0.0	
Суммарная выработка, к	13	
Экв. объем выбросов CO	13	
Входн выкл 1 замкнут	01-10	11:15 ^
Контактор сети замкнут	01-10	11:16
Режим генерации	01-10	11:16
⏏	⏪	⏩
		(?)

GSL	2017-01-10	11:24:39	
750kV	Синхронизация	Нормальный	
Выход	Нагрузка	Энергия	
	A(AB)	B(BC)	C(CA)
линия(V)	349.5	349.3	349.6
этап(A)	13.3	12.1	13.3
Частота, Гц	49.99	49.99	49.99
фактор мощности	0.98	0.98	0.98
Входн выкл 1 замкнут	01-10	11:15	▲
Контактор сети замкнут	01-10	11:16	
Режим генерации	01-10	11:16	
⏮	⏪	⏩	?

Рис. 8. Экраны панели управления инвертором

6.1.3. Распределительное устройство среднего напряжения

В качестве распределительного устройства среднего напряжения могут быть применены:

- Xiria (ООО «БалтЭнергоМаш» по соглашению с Итон);
- SafeRing (АББ);
- RM6 (Шнайдер Электрик);
- ECOSMART GIS (Тоцци Электрикал Эквипмент).

Технические характеристики РУ СН:

Параметр	Xiria	SafeRing	RM6	ECOSMART GIS
Номинальное напряжение, кВ	7,2; 12	12	6; 10	6; 10
Номинальный ток СШ, А	630	630	630	630
Ток термической стойкости, кА	20	16/21	20	16 - 25
Ток электродинамической стойкости, кА	50	40/52,5	51	40 – 62,5
Тип изоляции шин (сборных и линейных)	литая	SF6	SF6	SF6

Распределительное устройство среднего напряжения оснащается микропроцессорными терминалами РЗА с поддержкой следующих основных функций защиты и автоматики:

- Ненаправленная максимальная токовая защита, 1-ступень;
- Ненаправленная максимальная токовая защита, 2-ступень;
- Ускорение максимальной токовой защиты;
- Максимальная токовая защита, 3-я ступень с независимой временной характеристикой;
- Максимальная токовая защита, 3-я ступень с интегрально-зависимой характеристикой срабатывания;
- Ненаправленная токовая защита от замыканий на землю;
- Защита от несимметрии фазных токов и от обрыва фаз;
- Защита минимального тока;
- Защита от пульсирующего тока;
- Автоматическое повторное включение;
- Отключение от внешних защит.

Терминалы МП РЗА поддерживают функции осциллографирования, регистрации нормальных и аварийных событий, изменения уставок, учета количества срабатывания защит, коммутаций выключателя. Применяемые типы МП РЗА имеют рабочий диапазон частоты переменного тока 45-55 Гц.

Предусмотрена передача информации от МП РЗА в шкаф САУ по интерфейсу RS-485.

Возможно расширение состава защит и функций. Тип применяемого терминала МП РЗА согласовывается с Заказчиком на стадии согласования технического решения.

6.1.4. Силовой трансформатор

Трансформатор необходим для повышения выходного напряжения инвертора до уровня среднего напряжения.

В БМИУ устанавливается сухой силовой многообмоточный трансформатор. Количество обмоток соответствует количеству инверторов в модуле БМИУ.

Компания Электронмаш для комплектации БМИУ использует несколько типов трансформаторов различных производителей: ТРСР, ТС-TRV, TS3R12. Точный тип и его изготовитель согласовывается с Заказчиком в зависимости от требуемых технических характеристик.

Технические характеристики трансформаторов

Наименование параметра	Значение		
Электрическая мощность, кВА	1 600	2 500	3 200
Число фаз	3		
Междуфазное напряжение по стороне ВН, кВ	6; 10		
Регулирование напряжения ПБВ, %	$\pm 2 \times 2,5$	$\pm 2 \times 2,5$	$\pm 2 \times 2,5$ $\pm 2 \times 3,5$
Междуфазное напряжение по стороне НН, кВ	0,35 / 0,35	0,35 / 0,35 / 0,35	0,35 / 0,35 / 0,35 / 0,35
Схема и группа соединения обмоток	Y/ДД-11-11	Y/ДДД-11-11-11	Y/ДДДД-11-11-11-11

Трансформаторы оснащаются системой контроля температуры обмоток трансформатора на базе контроллера TP-100 с действием на сигнализацию (1 ступень) и отключение трансформатора (2 ступень).

6.1.5. Шкаф учета

Для осуществления коммерческого учета, в шкафах инверторов по стороне низкого напряжения и на вводе ШСН предусмотрены трансформаторы тока с классом точности не хуже 0,5S.

Счетчики электроэнергии с требуемым Заказчику классом точности установлены в шкафу учета, организована передача измеренных значений в систему АИИС КУЭ ЭС.

6.1.6. ШСН

БМИУ комплектуются шкафом собственных нужд (ШСН), осуществляющим питание всех систем жизнеобеспечения здания, включая:

- цепи отопления, работающие в автоматическом режиме;
- цепи освещения;
- цепи розеточной сети;
- переносные электроприборы;
- систему пожаро-охранной сигнализации;
- систему автоматического пожаротушения;
- вентиляционное оборудование (при автоматической системе вентиляции) и систему кондиционирования.

Питание шкафа ШСН БМИУ осуществляется от ШСН в РП 10кВ СЭС.

ШСН оснащен ИБП для питания релейных терминалов, компонентов автоматизированных систем, и другого ответственного оборудования. Ёмкость аккумуляторов ИБП обеспечивает работоспособность подключенного оборудования не менее чем в течение 6 часов с момента исчезновения основного питания.

ШСН и ИБП в его составе, интегрированы в систему САУ посредством цифрового интерфейса передачи данных.

6.2. Система автоматизированного управления (САУ) БМИУ

Система автоматизированного управления позволяет дистанционно контролировать работу всего оборудования БМИУ, а также управлять включением и отключением инверторных станций, регулировать выходную мощность, управлять соотношением активной и реактивной мощности. Для этих целей БМИУ комплектуется шкафом САУ, а для согласованного управления предусмотрен ключ выбора режима (МУ/ДУ).

Для интеграции САУ БМИУ в АСУТП СЭС, а также передачи данных АИИСКУЭ на серверное оборудование СЭС, в шкафу САУ установлено каналобразующее оборудование. Оборудование связи обеспечивает подключение к системе передачи данных СЭС волоконно-оптическим кабелем по кольцевой топологии.

Все подсистемы являются независимыми и способными автономно работать без шкафа САУ. Для организации информационного обмена с верхним уровнем посредством каналобразующего оборудования САУ, подсистемы имеют интерфейсные выходы. Питание подсистем и каналобразующего оборудования осуществляется от ИБП в составе ЩСН.

Типовой перечень сигналов информационного обмена с САУ сформирован исходя из необходимого функционала локальных подсистем и сигналов, для работы комплексной АСУ ТП СЭС.

При проработке Технического задания перечень сигналов (ТС, ТИ и ТУ) согласовывается с Заказчиком и может быть дополнен.

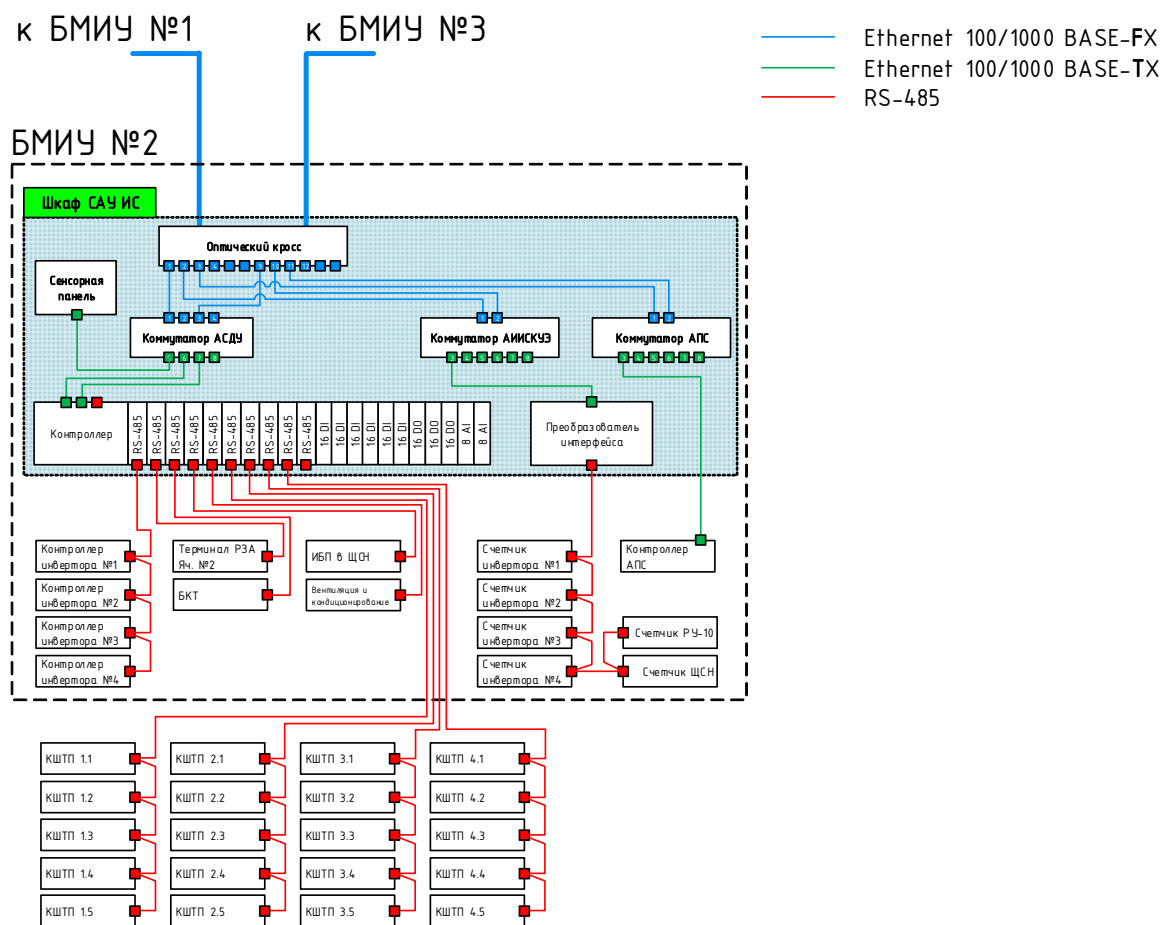


Рис. 9. Структурная схема цифровых связей оборудования в БМИУ

6.3. Конструкция здания

6.3.1. Цельно-сварное здание

БМИУ поставляется одним транспортным модулем, с полностью смонтированным и налаженным в заводских условиях оборудованием.

Конструкция здания БМИУ имеет утепленное основание, высокопрочный каркас и кровлю, а так же необходимую жесткость для транспортирования железнодорожным и автомобильным транспортом с учетом нагрузки от смонтированного оборудования. Для подъема транспортного модуля предусмотрены грузовые цапфы.

Основные характеристики здания БМИУ и его помещений:

Наименование параметра	Значение
Ветровая нагрузка, кг/м ² , не более	90
Снеговая нагрузка, кг/м ² , не более	320 кг/м ²
Степень огнестойкости, не выше	II
Категория помещения по взрывоопасной и пожарной опасности, не выше	B
Класс конструктивной пожарной опасности, не выше	C0
Класс функциональной пожарной опасности, не выше	Ф5.1

Внутреннее пространство здания разделено на 3-и отсека (инверторный, трансформаторный, РУ СН) имеющие независимые входы с утепленными дверьми и/или воротами. Двери и ворота открываются на угол 120° и фиксируются в крайнем положении. Все дверные и воротные проемы здания позволяют демонтировать оборудование без разбора элементов конструкции здания. Входы в БМИУ комплектуются площадками обслуживания и лестницами с ограждениями, обеспечивающими безопасное техническое обслуживание. Обеспечена защита от несанкционированного доступа путём установки замков и датчиков открытия/закрытия двери с передачей сигнала в АСУ ТП СЭС.

Лестницы и площадки обслуживания транспортируются в составе комплекта монтажных частей.

Каркас БМИУ представляет собой усиленную цельносварную стальную конструкцию, состоящую из набора сварных элементов (швеллер, уголок, двутавр, труба квадратного сечения). Обшивка элементов каркаса производится профилированным стальным листом средней волны толщиной 1,5 мм. Теплоизоляция стен выполняется из негорючего утеплителя. Стены модуля имеют толщину от 100 до 130 мм в зависимости от климатических условий эксплуатации. Кровля двускатная, стационарная. Потолок выполнен из профилированного листа и имеет гидроизоляцию обеспечивающую отсутствие протечек на время транспортирования, хранения и эксплуатации.

Ввод всех кабелей выполняется снизу, либо сбоку здания. Для всех кабелей (высоковольтных кабелей переменного тока, силовых кабелей постоянного тока, низковольтных кабелей переменного тока, информационных кабелей) предусмотрены закладные гермовводы или кабельные уплотнения (сальники), обеспечивающие герметичность. Предусмотрен фальшпол по всей площади инверторного отсека для прокладки кабелей. Для крепления и прокладки всех внешних кабелей СЭС перед вводом и внутри в БМИУ предусмотрены металлические кабельные системы, металлические лотки. Для прокладки кабельных линий внутри БМИУ применяются металлические кабельные системы, металлические лотки. Пластиковые коробки применяются только для прокладки сетей пожарной сигнализации, сети освещения и розеточной сети, а также внутри шкафов. В местах присоединения кабеля к оборудованию предусмотрено достаточно свободного пространства для разделки и присоединения кабеля, учтены габаритные размеры кабеля, наконечников и муфт.

Трассы для прокладки вторичных кабельных линий, кабелей связи отделены от силовых кабельных линий с применением экранирующих лотков. Предусмотрена трассировка кабелей внутри контейнера от вводов до клеммных присоединений к оборудованию с учетом возможностей монтажа, диаметров и минимально допустимых радиусов изгиба кабелей.

Места ввода кабеля в БМИУ показаны на рис. 15. в Разделе 6.4.

6.3.2. Системы жизнеобеспечения здания

В БМИУ предусмотрены рабочее, аварийное и наружное освещение выполненные светильниками с светодиодными лампами. Светильники рабочего и аварийного освещения внешне отличаются друг от друга, либо на них нанесены отличительные знаки. В качестве светильников аварийного освещения используются светильники с автономным источником питания (при исчезновении основного источника питания обеспечивается переключение на питание от автономного источника питания). Управление наружным освещением - автоматическое от фотоэлемента, установленного на наружной стеновой

поверхности БМИУ (предусмотрено ручное управление). Управление освещением выполнено настенными выключателями, расположенными у входов.

Прокладка электропроводки сети освещения выполняется медным кабелем, в соответствии с требованиями ПУЭ.

Предусмотренная в БМИУ система отопления работает в автоматическом режиме (имеется возможность регулирования температуры в ручном режиме). Температура в отапливаемых помещениях от $+10^{\circ}\text{C}$. Для обогрева применяются электрообогреватели конвекторного типа. При недостатке места для размещения навесных электрообогревателей применяются инфракрасные обогреватели, закрепляемые на потолке здания. Прокладка электропроводки системы отопления выполняется медным кабелем, монтаж выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ.

Вентиляция БМИУ комбинированная: в помещении инверторов и помещении трансформатора – принудительная, в остальных – естественная. Вентиляционные отверстия в стенах модуля оборудуются жалюзийными решетками. С внутренней стороны устанавливается металлическая сетка с ячейкой 10 мм. В холодное время года обеспечивается надежная теплоизоляция вентиляционных проемов с помощью закрывающихся клапанов. Для максимально эффективного отведения тепла выделяемого инверторами за пределы БМИУ, предусмотрены теплоотводные каналы непосредственно от каждого инвертора.

Для автоматической работы вентиляции применяется система вентиляционных клапанов с электрообогревом и электроприводом. Управление осуществляется от ШСН с учетом датчиков температуры, с возможностью переключения на ручной режим. Прокладка электропроводки системы вентиляции выполняется медным кабелем, монтаж выполняется в соответствии с требованиями ПУЭ.

Опционально, БМИУ оснащаются системой кондиционирования, при этом предусматривается автоматическое закрывание вентиляционных решеток.

Система отопления и вентиляции предусматривает подключение к шкафу САУ для организации мониторинга и управления.

Охранная сигнализация выполнена с применением концевых выключателей на дверях и воротах БМИУ, а также датчиков движения. Пожарная сигнализация выполнена с применением дымовых пожарных извещателей.

Опционально, БМИУ оснащаются системой газового пожаротушения, с задержкой выпуска огнетушащего вещества (после подачи светового и звукового оповещения о пожаре) при автоматическом и дистанционном пуске на время, необходимое для эвакуации людей, остановки вентиляционного оборудования, закрытия воздушных заслонок, противопожарных клапанов и т.д., но не менее чем на 10 с.

При срабатывании пожарной сигнализации, ОПС автоматически отключает:

- приточно-вытяжную вентиляцию;
- выключатель 10 кВ;
- вводные автоматические выключатели в инверторе (на линии от КШПТ);
- вводной выключатель в ШСН;
- запускает систему газового пожаротушения (при наличии).

6.3.3. Заземление и молниезащита.

Система заземления и уравнивания потенциалов выполнена в соответствии с ПУЭ, издание седьмое, гл.1.7. «Заземление и защитные меры электробезопасности». Расчет внешнего контура заземления производится при привязке модуля к конкретным условиям, сопротивление внешнего контура не должно превышать 4 Ом. К внутреннему контуру присоединены все металлические нетоковедущие части (все оборудование, установленное в здании), которые могут оказаться под напряжением, методом болтового соединения или сваркой. Места болтовых соединений зачищаются и покрываются токопроводящей смазкой для защиты от коррозии. Внутренний контур предусматривает подключение к внешнему контуру заземления не менее чем в двух местах, с нанесением опознавательных знаков в местах ввода заземляющих проводников в здание.

В качестве системы молниезащиты используется молниеприемная сетка, установленная на кровле БМИУ. Сетка выполняется из стальной проволоки диаметром 8 мм² с шагом не более 10 м. Монтаж производится на месте установки БМИУ. Токоотводы выполняются стальной проволокой диаметром 8 мм² на углах БМИУ по поверхности стены и соединяются с внешним контуром заземления.

6.4. Строительная часть

Основание (рама) здания представляет собой замкнутый по периметру контур. Жесткость рамы обеспечивается поперечными усилителями, а также закладными элементами для установки напольного оборудования. Внутреннее пространство рамы заполняется утеплителем из негорючего материала. Сверху и снизу данная конструкция закрывается металлическим листом, образуя ровную поверхность. Настил пола выполнен из рифленого листа с одинаковым рисунком рифления.

Модуль БМИУ устанавливается на подготовленный фундамент. Рекомендуется использовать два основных варианта выполнения фундамента:

- ленточный;
- с применением железобетонных свай.

Поверх железобетонных свай или ленточного фундамента должен быть выполнен металлический ростерк, на который устанавливается БМИУ. Поверхность ростерка должна быть отнелирирована с отклонением ± 5 мм. Возможны варианты применения других конструкций фундаментов в зависимости от проекта.

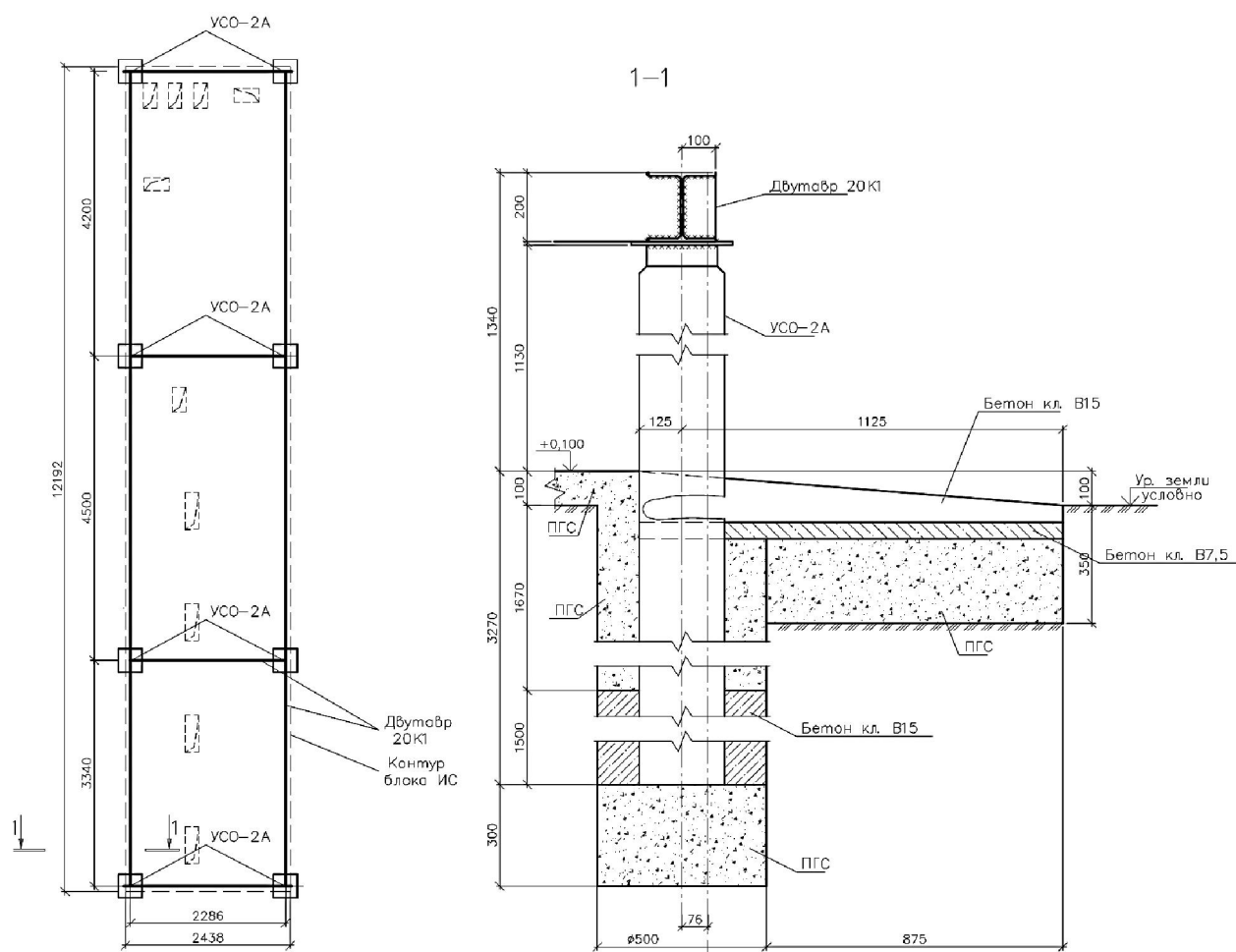


Рис. 10. Пример фундамента БМИУ

7. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ (РП, ЗРУ) 6-10кВ

Распределительный пункт 6-10кВ в составе солнечной электростанции необходим для интеграции вырабатываемой электроэнергии от отдельных групп БМИУ и ее выдачи в энергосистему.

Распределительный пункт представляет собой блочно-модульное здание обшитое сэндвич-панелями. Аналогично БМИУ, здание распределительного пункта оснащено системами отопления, освещения, вентиляции, охранно-пожарной сигнализации.

В состав распределительного пункта входит распределительное устройство на базе КРУ 6-10кВ «Элтима», трансформаторы собственных нужд, ЩСН СЭС, ШСН РП, ШОТ ExOn, шкафы АИИС КУЭ, АСУ ТП, ЦС, СОТИАССО, СОП.

Подробная информация об устройстве оборудования входящего в состав РП изложена в соответствующих каталогах, размещенных на сайте АО «Электронмаш» по адресу www.electronmash.ru :

- КРУ «Элтима» - «Комплектные распределительные устройства 6-10кВ Элтима»;
- ШОТ ExOn – «Комплексные системы оперативного постоянного тока ExOnSys»;
- Шкафы вторичных систем – «Шкафы вторичных систем для энергетических подстанций 35-110кВ».

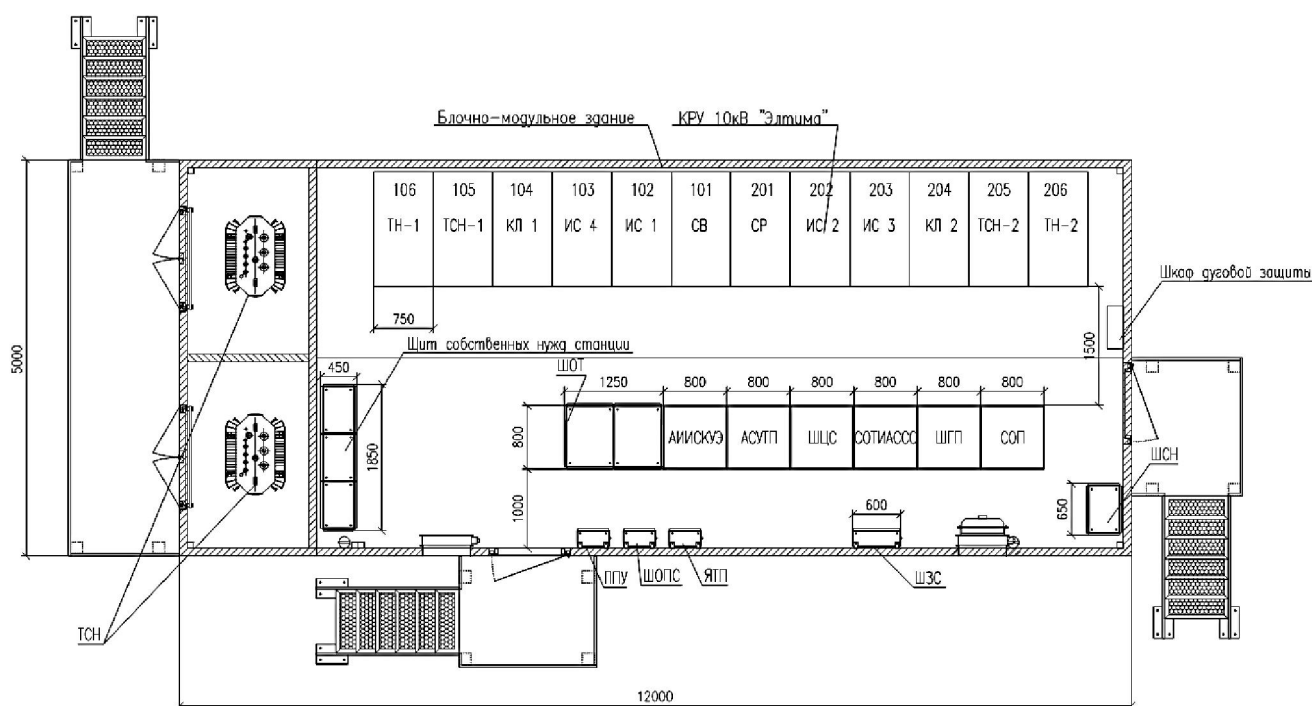


Рис. 11. Пример компоновки распределительного пункта СЭС мощностью 15 МВт

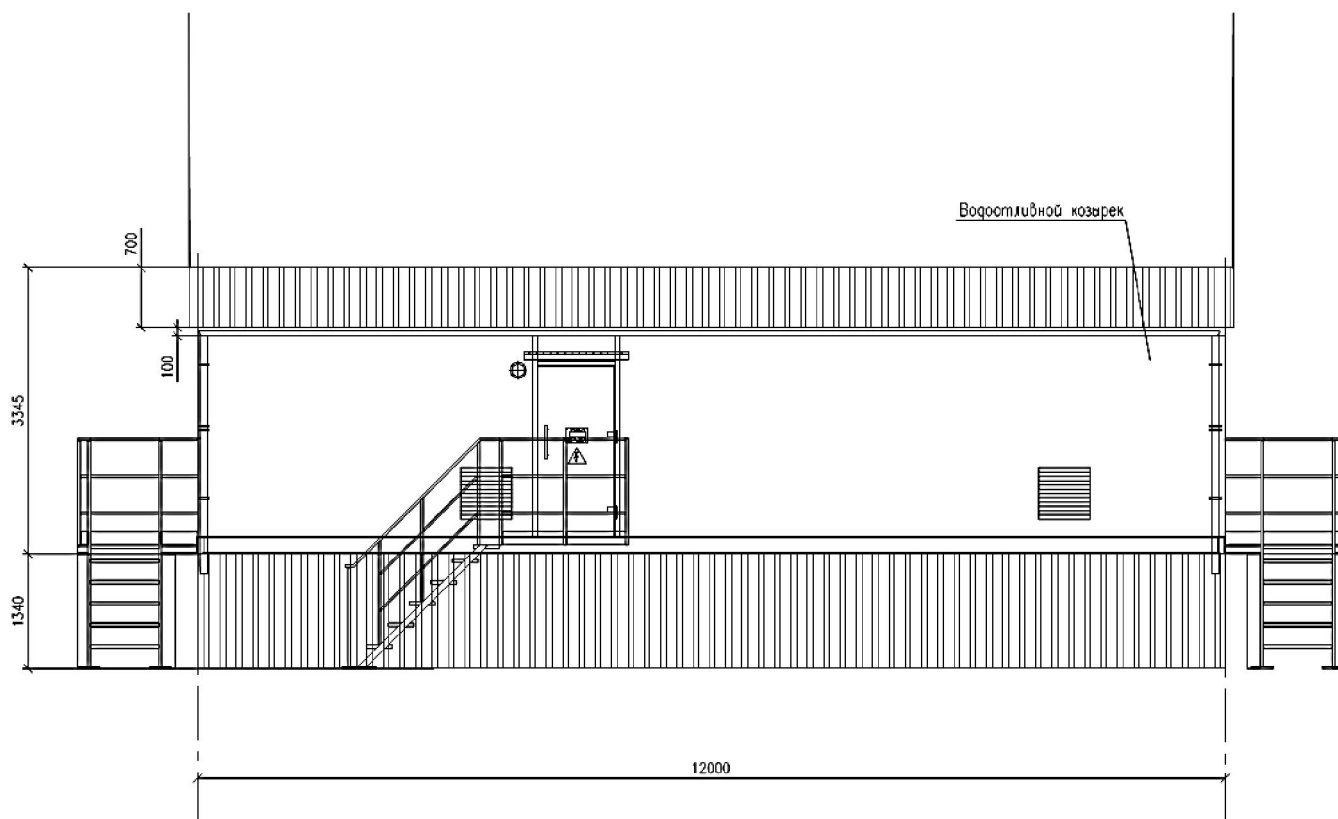


Рис. 12. Пример внешнего вида распределительного пункта

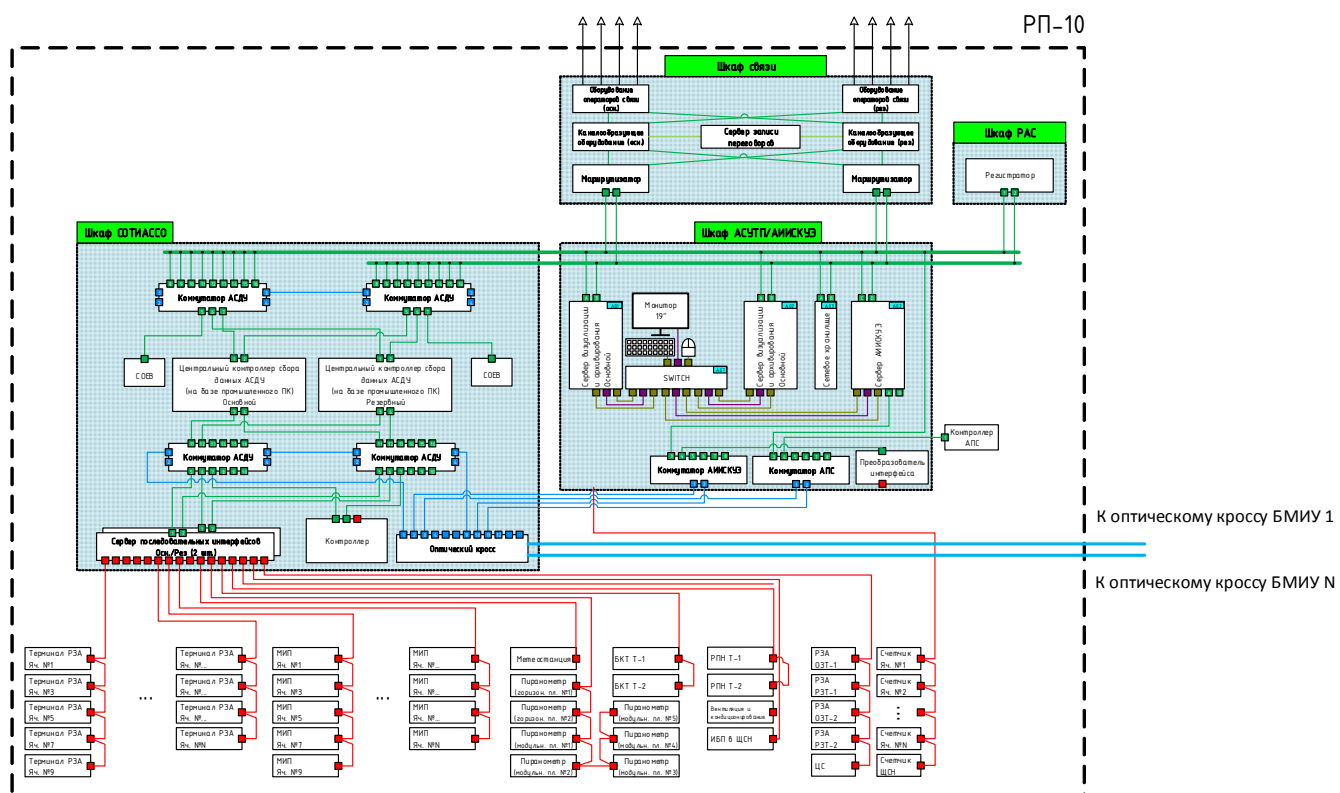
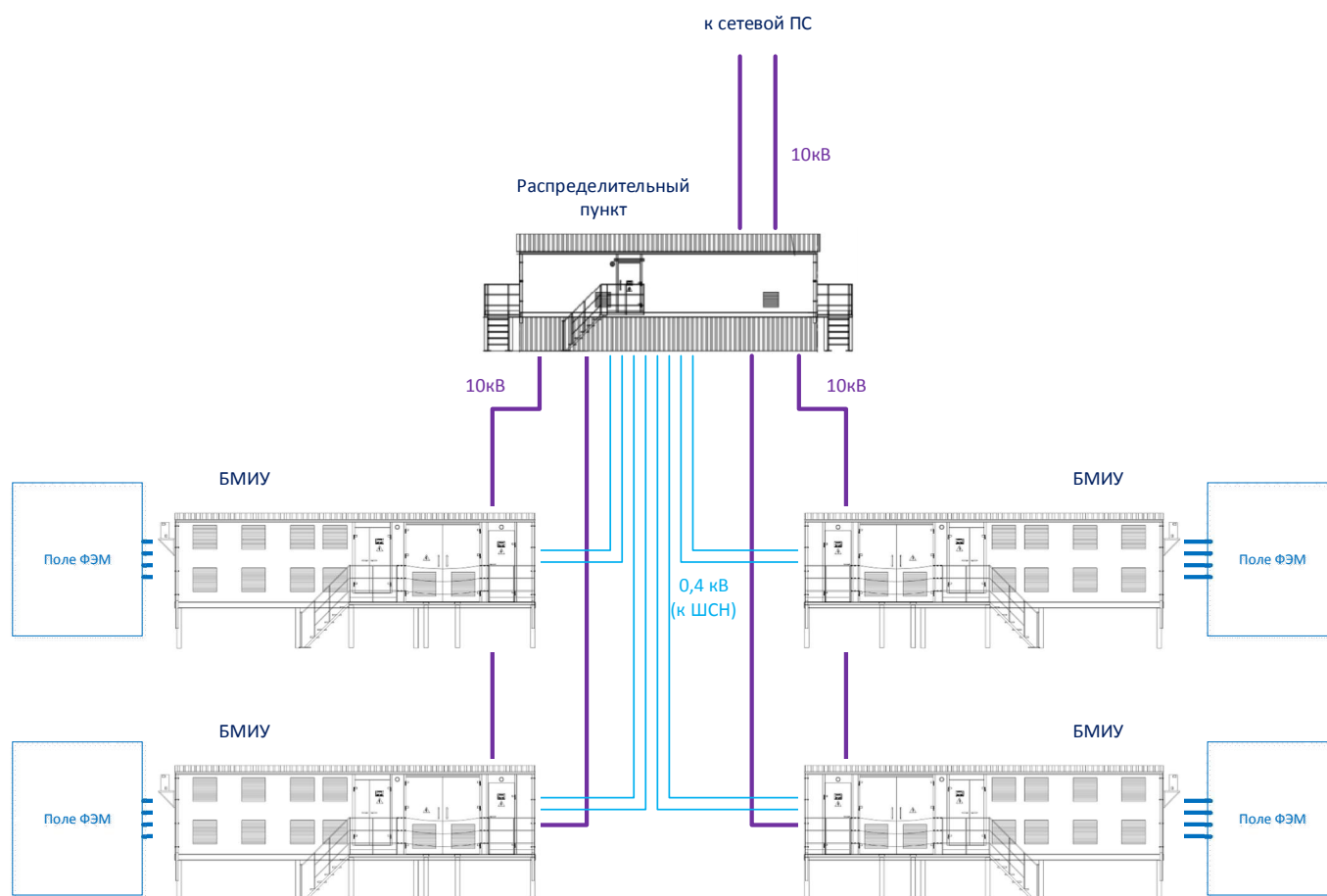


Рис. 13. Структурная схема информационных связей в РП 10кВ

8. ПРИМЕР СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 15 000 кВт



9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

БМИУ транспортируются железнодорожным или автомобильным транспортом. Условия транспортировки определяются соответствующим договором.

В соответствии с условиями транспортировки, применяется соответствующий вид упаковки, в соответствии с требованиями Технологической инструкции АВУБ.25208.00001.

Модули БМИУ пломбируются на время транспортировки, и упаковывается в термоусаживаемую пленку типа ПВД.

Лестницы, площадки обслуживания, съемные элементы кровли, водостоки и светильники наружного освещения демонтируются на время транспортировки.

Все подвижные части БМИУ на время транспортирования надежно закреплены.

Груз имеет необходимую маркировку, в том числе, в местах строповки.

10. СЕРВИС И ГАРАНТИИ

Гарантийный срок эксплуатации Блочно-модульных инверторных установок составляет 3 года, со дня ввода в эксплуатацию, но может быть увеличен по требованию Заказчика.

Гарантийный срок хранения – 12 месяцев при условии соблюдения требований Руководства по эксплуатации.

Срок эксплуатации - не менее 25 лет.

Изготовитель, после подписания договора, предоставляет Заказчику исходные данные, необходимые для разработки проектной и рабочей документации СЭС:

- ✓ Технические характеристики;
- ✓ Руководство по монтажу и эксплуатации;
- ✓ Габаритно-установочные чертежи;
- ✓ Задание на фундаменты для БМЗ, лестниц и площадок обслуживания;
- ✓ Чертежи лестниц, лестничных и площадок, площадок обслуживания;
- ✓ Компоновочные чертежи (схема расстановки оборудования);
- ✓ Схемы электрические принципиальные главных цепей;
- ✓ Схемы электрические принципиальные вторичных цепей;
- ✓ Схемы электрические соединений;
- ✓ Структурные схемы САУ БМИУ и САУ СЭС (в зависимости от предмета договора);
- ✓ Перечень ЗИП, требования к складу ЗИП;
- ✓ Паспорта на оборудование (проекты паспортов).

Перечень необходимых исходных данных может быть расширен Заказчиком в ходе проектирования.

Компания «Электронмаш» оказывает следующие услуги и выполняет работы:

- ✓ предпроектные обследования;
- ✓ помощь в проектировании;
- ✓ разработку проектной и рабочей документации;
- ✓ изготовление электротехнического оборудования;
- ✓ шеф-монтажные и шеф-наладочные работы;
- ✓ монтажные и пуско-наладочные работы;
- ✓ сервисное обслуживание по желанию Заказчика.

Компания АО «Электронмаш» имеет сервисные центры и центры поддержки Заказчиков в регионах России. С адресами сервисных центров и представительств компании можно ознакомиться на официальном сайте по адресу: <http://www.electronmash.ru>.

НАШИ РЕКВИЗИТЫ

Адрес АО «Электронмаш»:
194292, Россия, Санкт-Петербург, Парнас,
3-й Верхний пер., д. 12, лит. А
Тел/факс: +7 (812) 702-12-62
(многоканальный)
Отдел продаж: sales@electronmash.ru
Секретариат: elm@electronmash.ru
Сайт: www.electronmash.ru



Представительства:

Представительство в Москве

107031, Москва,
Дмитровский переулок, дом 9

Тел.: +7 (965) 272-72-02
E-mail: Iyakhov@electronmash.ru

ООО «ЭЛСМАРТ»

450078, г. Уфа,
ул. Владивостокская д.1.А оф. 410

Тел.: +7 (347) 216-41-54
E-mail: info@elsmart.ru
Сайт: www.elsmart.ru

ООО «ЭнергоУрал»

454010, г. Челябинск,
ул. Гагарина, д.4

Тел: +7 (351) 202-03-59,
(351) 256-16-91
E-mail: energo-ural@mail.ru
Сайт: www.energo-ural.ru

ООО «Магнатэл»

664007, г. Иркутск,
Иркутская обл., ул. Поленова, 35Б

Тел: +7 (3952) 503-530,
Факс: +7 (3952) 480-080
E-mail: info@magnatel.ru
Сайт: www.magnatel.ru