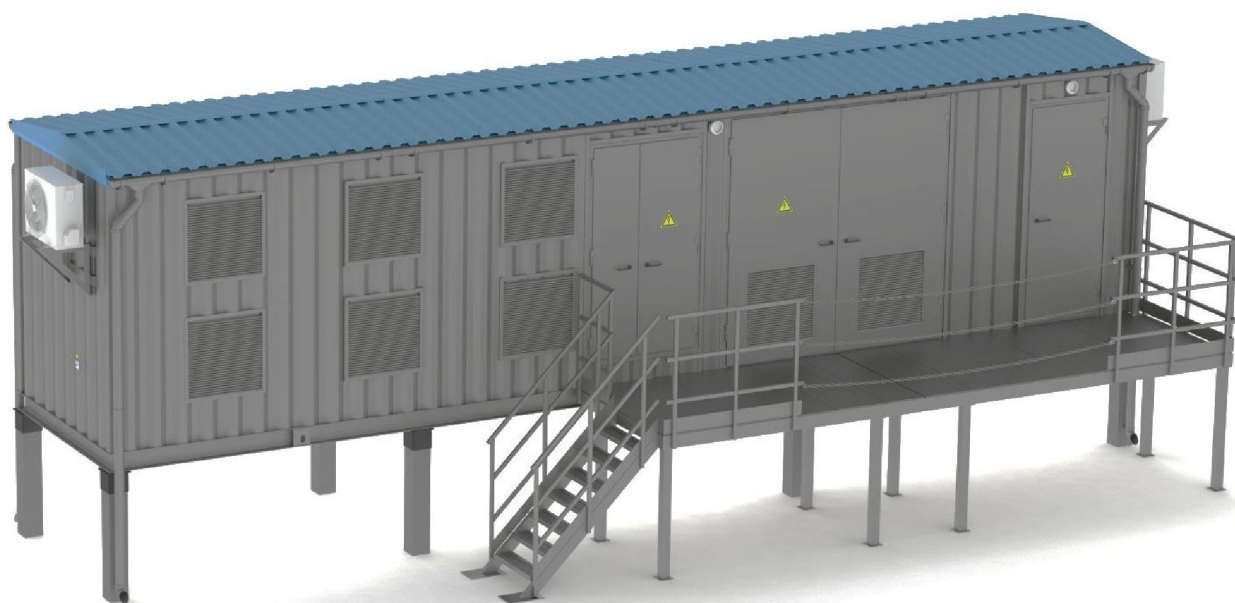


Техническое описание

Блочно-модульные инверторные установки для солнечных электростанций

на основе инверторов серии GSM напряжением 1500 В



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	10
4.5. План размещения оборудования	11
5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНВЕРТОРА.....	12
5.1. Режимы работы инвертора	12
5.2. Функции поддержки сети	12
5.3. Защитные функции инвертора	13
6. КОНСТРУКЦИЯ	15
6.1. Электрическая часть.	15
6.2. Система автоматизированного управления (САУ) БМИУ	19
6.3. Конструкция здания.....	20
6.4. Строительная часть.....	22
7. РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ПУНКТ (РП, ЗРУ) 6-10кВ.....	23
8. ПРИМЕР СОЛНЕЧНОЙ СТАНЦИИ МОЩНОСТЬЮ 15 000 кВт	25
9. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	26
10. СЕРВИС И ГАРАНТИИ.....	26
НАШИ РЕКВИЗИТЫ	27

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 и напряжением поля ФЭМ 1500В.

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

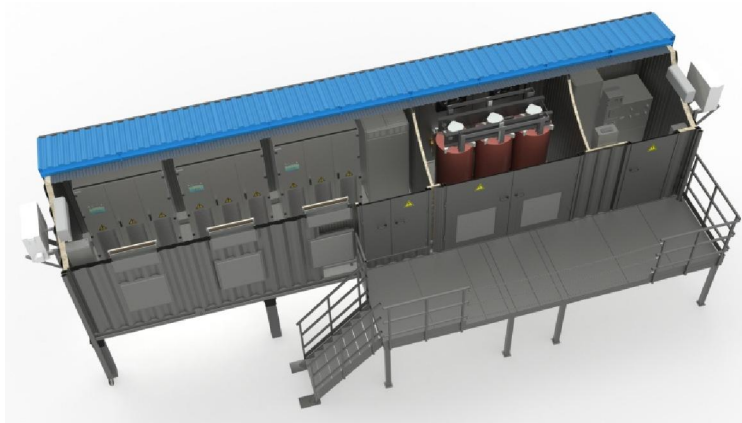
БМИУ описанные в настоящем каталоге представляют собой комплектное модульное здание наружной установки транспортного габарита полной заводской готовности. БМИУ предназначены для приема и преобразования электрической энергии от группы солнечных панелей с последующей передачей в распределительный пункт (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°С;
- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха - не выше: плюс 40°С;
- 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 61557; |
| — IEC 61683; | — IEC 61730; |
| — IEC 62109-1; | — IEEE 1547; |
| — IEC 62109-2; | — VDE-AR-N4105; |
| — IEC 62116; | — Сертификация по BDEW; UL 1741; |
| — IEC 62446-2009; | — ГОСТ 14693, |
| — IEC 60364; | — ГОСТ 13015, |
| — IEC/TR 60755:2008; | 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 БМИУ интегрируется в САУ СЭС и 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 САУ.

3.2. Универсальность

- Типовые исполнения БМИУ позволяют скомпоновать 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 МРРТ > 99,9%.
- КПД инвертора > 99%.
- Европейский КПД инвертора > 98,7%.
- Потери инвертора в режиме ожидания (ночное время) < 50 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 два типоразмера БМИУ по установленной номинальной мощности.

Номинальная мощность БМИУ, кВт (количество и номинальная мощность инверторов)	3 200 (2x1 500)	5 000 (3x1 500)
Максимальное входное напряжение постоянного тока, В	1500	
Номинальное напряжение выдачи в сеть, кВ	6; 10; 35	
Габаритные размеры БМИУ (ДхШхВ), мм	12 192 x 2 438 x 3 200	
Масса, т	24	26

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	1 x 5 000
10 000	2 x 5 000
15 000	3 x 5 000
20 000	4 x 5 000
25 000	5 x 5 000
30 000	6 x 5 000
35 000	7 x 5 000
40 000	8 x 5 000
45 000	9 x 5 000
50 000	10 x 5 000
55 000	11 x 5 000
60 000	12 x 5 000

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

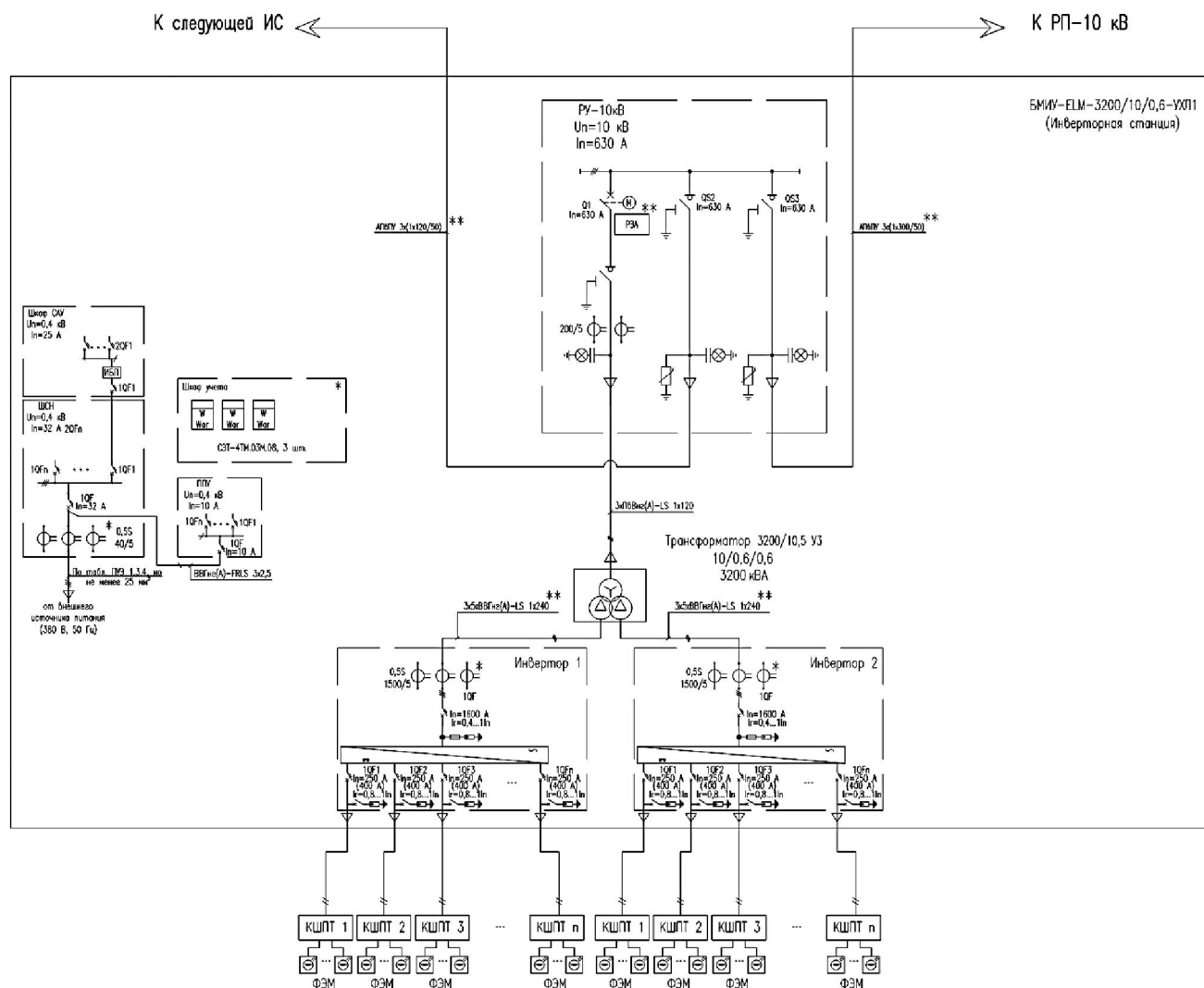
4.2. Технические характеристики

Параметр		Значение ²	
Номинальная мощность БМИУ, кВт (количество и номинальная мощность инверторов)		3 200 (2x1 500)	5 000 (3x1 500)
Номинальная мощность трансформатора, кВА		1x3 200	1x5 000
Максимальное входное напряжение постоянного тока, В		1500	
Номинальное напряжение выдачи в сеть, кВ		6; 10; 35	
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	Диапазон напряжения МРРТ, В	900 - 1300	900 - 1300
	Максимальное напряжение постоянного тока, В	1500	
	Точность МРРТ, %	≥99	
	Допустимое число подключаемых цепей	12	12
	Максимальный входной ток каждой цепи, А	146	146
	Максимальный суммарный ток, А	1750	
Сторона переменного тока инвертора	Максимальная выходная мощность долговременной работы, кВт (при cos φ = 1)	1530	1530
	Номинальное напряжение, В	600	600
	Номинальный выходной ток, А	1443	1443
	Допустимый диапазон напряжения	(1±15%) Uном	
	Номинальная частота, Гц	50 (±4,5)	
	Диапазон регулирования коэффициента мощности	от -0,9 до +0,9	
	Общий коэффициент гармонических искажений электрического тока	<3% (номинальная мощность)	
	Составляющая постоянного тока	<0,5% (номинальный выходной ток)	
Общие параметры	Максимальный КПД, %	99	
	Европейский КПД, %	98,7	
	Потребление энергии в режиме ожидания, Вт	<50	
	Способ охлаждения	Принудительное воздушное охлаждение	
	Интерфейс связи	RS485	

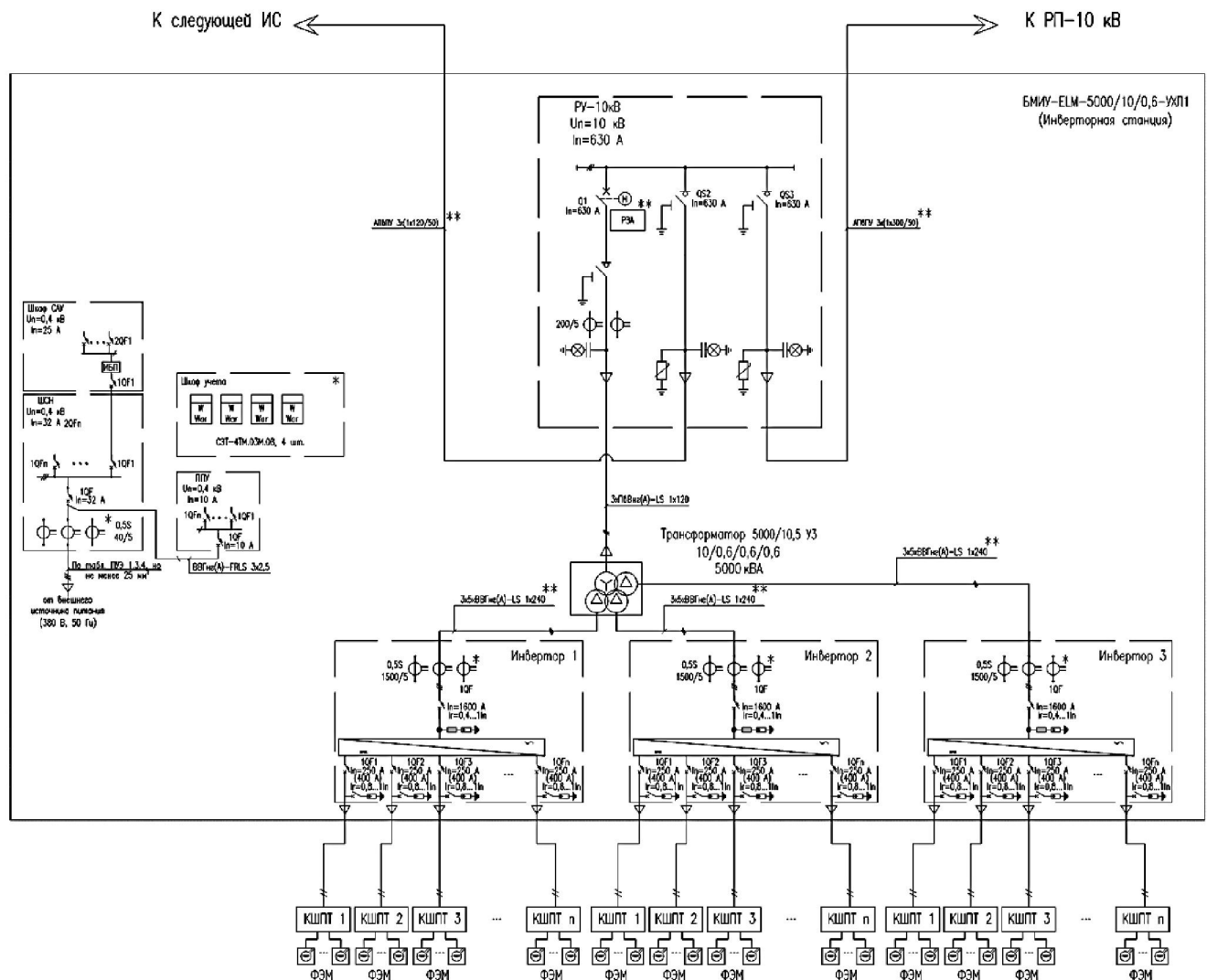
² Возможна поставка нетиповых исполнений БМИУ выполненных в соответствии с индивидуальными требованиями Заказчика.

4.3. Главная электрическая схема БМИУ

4.3.1. Главная электрическая схема БМИУ мощностью 3 200 кВт

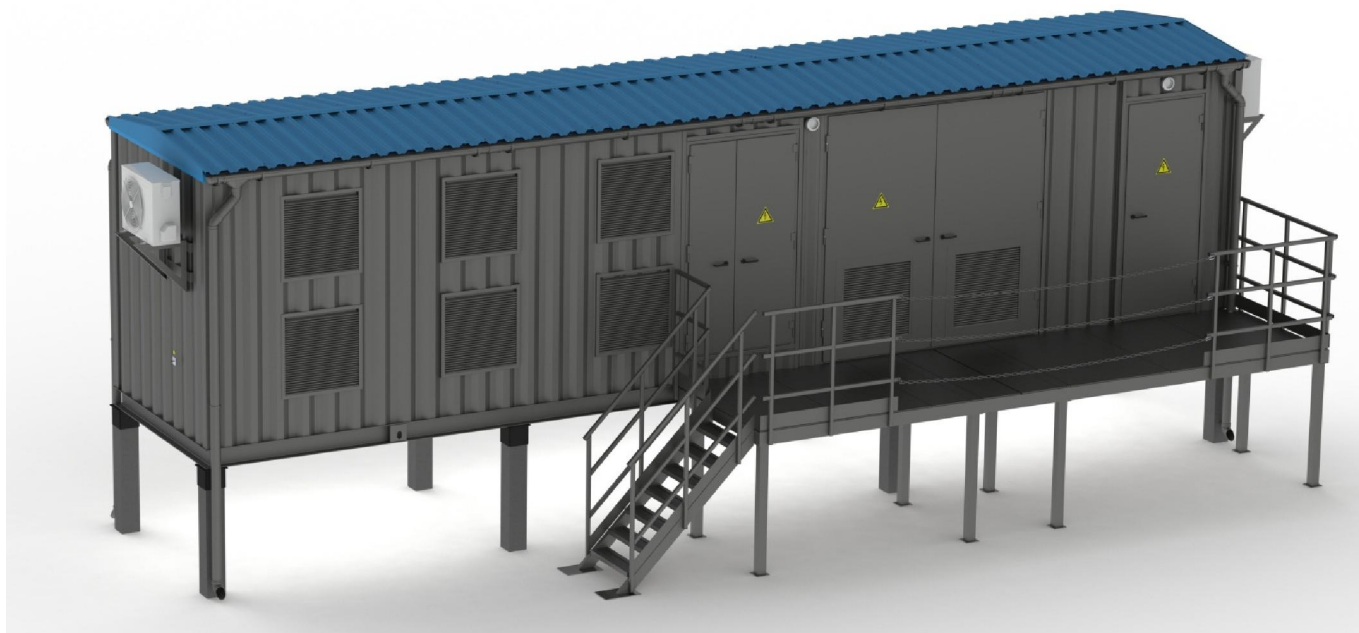


4.3.2. Главная электрическая схема БМИУ мощностью 5 000 кВт



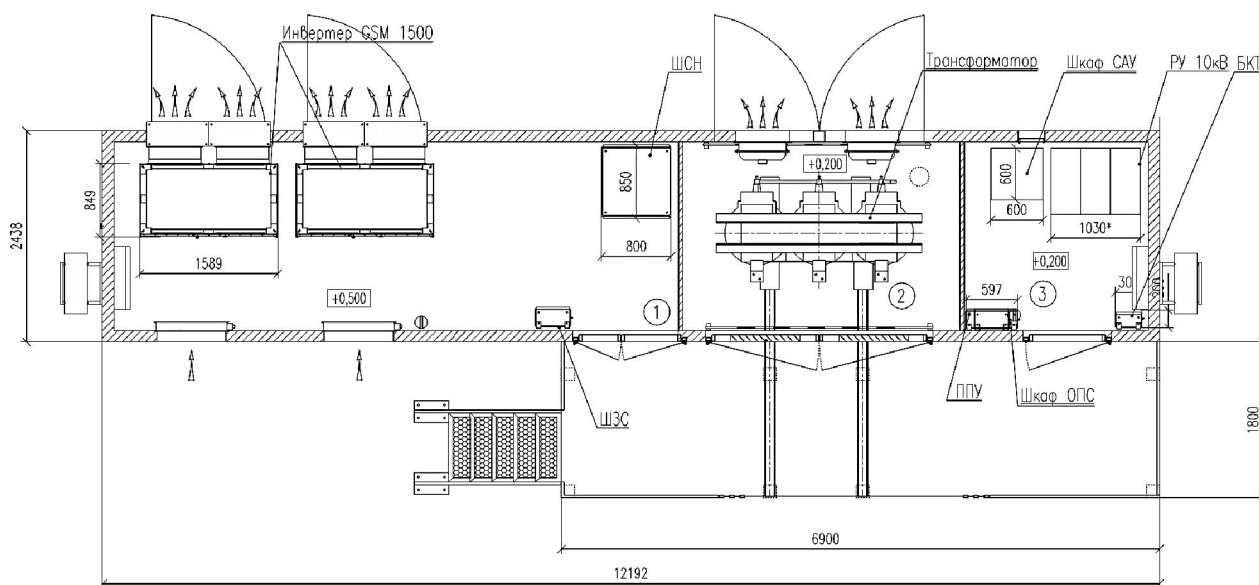
4.4. Внешний вид БМИУ

4.4.1. Внешний вид БМИУ мощностью 5000кВт



4.5. План размещения оборудования

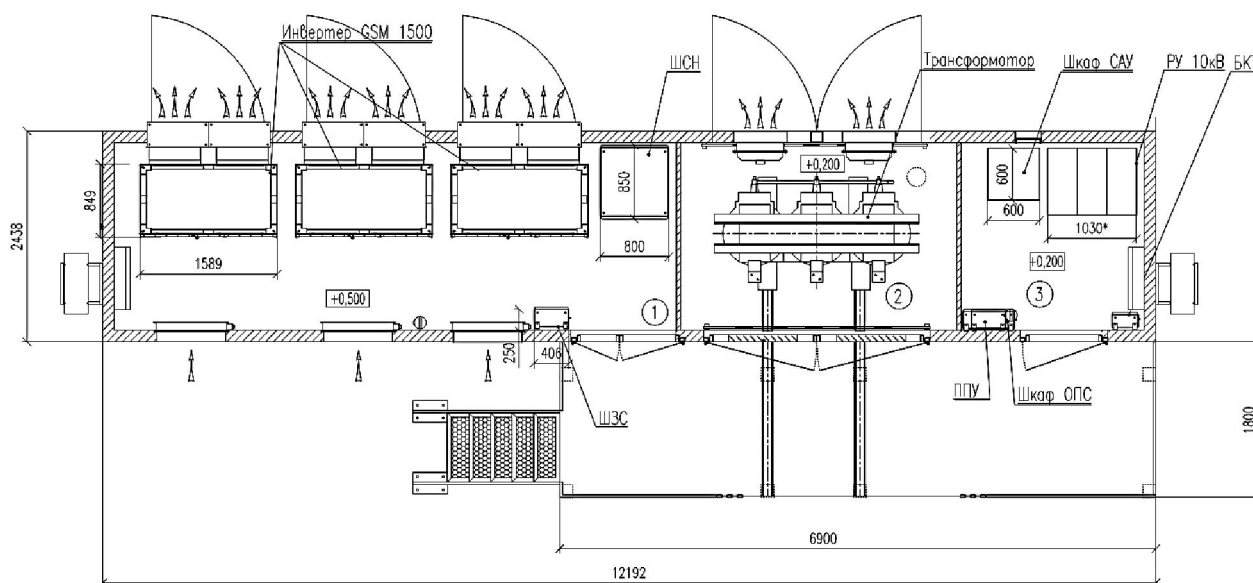
4.5.1. Пример размещения оборудования в БМИУ мощностью 3200 кВт



Экспликация помещений

Поз.	Наименование	Площадь, м ²	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 5000 кВт



Экспликация помещений

Поз.	Наименование	Площадь, м ²	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) Режим отказа:
Система переходит в режим отказа только при наличии недопустимых отклонений параметров по сторонам переменного или постоянного тока, а так же при возникновении серьезной аварии в инверторе.

Переключение между режимами происходит автоматически:

- 1) Между нормальным режимом и режимом ожидания при возникновении следующих условий:
 - Входное постоянное напряжение не соответствует номинальному диапазону;
 - Недопустимые значения параметров сети;
 - Отказ инвертора.
- 2) Между режимом ожидания и нормальным режимом при возникновении следующих условий:
 - Входное постоянное напряжение находится внутри требуемого диапазона;
 - Параметры сети находятся в допустимом диапазоне.

5.2. Функции поддержки сети

Инвертор постоянно оценивает значения параметров сети и работает в соответствии с требованиями системного оператора. Инвертор может управлять своим напряжением, частотой, коэффициентом мощности и работать при самых строгих требованиях к условиям подключения к сети.

Реализованы следующие функции поддержки сети:

- 1) Поддержание генераторного режима при снижении напряжения сети (LVRT)

Назначение LVRT (low voltage ride-through) - сохранение генераторного режима инвертора при провале напряжения сети в результате КЗ. Инвертор остается подключенным к сети во время действия возмущения на время от 10 мс до 1 минуты (определяется требованиями системного оператора).

В режиме LVRT инвертор может выдавать в сеть реактивную мощность. Значения характеристики LVRT (рис. 1) при различных уровнях напряжения задаются заводом-изготовителем БМИУ в соответствии с техническими требованиями Заказчика. Работа LVRT возможна, начиная с нулевого значения напряжения сети (Zero Voltage Ride-Through).

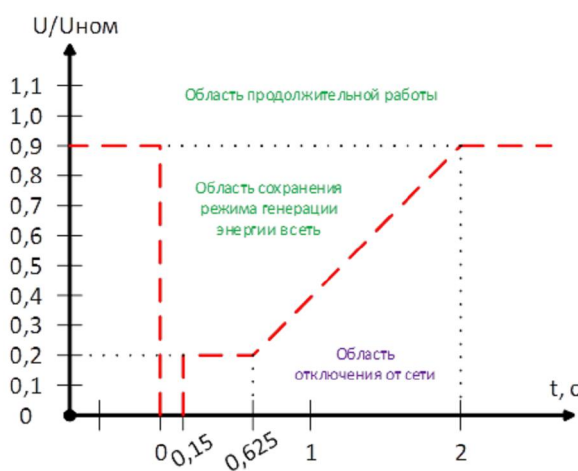


Рис. 1. Графическая схема работы функции LVRT при настройке порога минимального напряжения на уровне минус 10% от номинального.

2) Поддержание генераторного режима при повышенном напряжении сети (HVRT)

Назначение HVRT (high voltage ride-through) – сохранение генераторного режима инвертора при возникновении перенапряжений в сети. Инвертор остается подключенным к сети во время действия перенапряжения на время до нескольких секунд.

В режиме HVRT инвертор может выдавать в сеть или потреблять из сети реактивную мощность, в соответствии с величиной и длительностью перенапряжения (определяется требованиями системного оператора). Значения характеристики HVRT (рис. 2) задаются заводом-изготовителем БМИУ в соответствии с техническими требованиями Заказчика.

3) Ограничение активной мощности

Назначение функции – уменьшить выработку активной мощности инвертором по команде системного оператора или АРМ верхнего уровня. Диапазон вырабатываемой активной мощности устанавливается в пределах от 25 до 1250 кВт.

4) Компенсация реактивной мощности

Назначение функции – выработка реактивной мощности в сеть или поглощение из сети, когда это требуется системным оператором или по команде АРМ верхнего уровня.

Инвертор поддерживает четыре режима работы по компенсации реактивной мощности:

- нерегулируемый (компенсация осуществляется только, если напряжение сети снизилось ниже уставки);
- поддержание заданного коэффициента мощности (от -0.9 до 0.99);
- поддержание абсолютного значения реактивной мощности (от 1 до 550 кВАр);
- статком (для компенсации в ночное время).

Выбор режима компенсации и пользовательские настройки значений коэффициента мощности и реактивной мощностей могут осуществляться как с панели управления расположенной на шкафу инвертора, так и дистанционно из АРМ верхнего уровня. Для смены алгоритма не требуется отключение инвертора.

5.3. Защитные функции инвертора

Инвертор поддерживает следующие функциональные возможности и защиты:

1) Защита от изолирования (секционирования).

Инвертор немедленно отключается от сети, если возникли условия работы на сеть, изолированную от остальной энергосистемы (например, произошло отключение выключателя на противоположном конце воздушной линии, к которой присоединена СЭС, с образованием изолированного участка сети). Повторное восстановление работы происходит через заданный интервал времени после восстановления номинальных параметров сети.

2) Защита от неправильного чередования фаз.

Если наблюдается нарушение чередования фаз, инвертор переходит в режим отказа, прекращает выработку электроэнергии. Восстановление нормального режима работы происходит автоматически, если фазы подключены в правильном порядке.

3) Защита от импульсных перенапряжений в сети постоянного и переменного тока.

Инвертор укомплектован быстродействующими устройствами защиты от импульсных перенапряжений, при срабатывании которых появляется соответствующее сообщение об аварии.

4) Защита от снижения изоляции по стороне постоянного тока.

Если сопротивление изоляции по стороне постоянного тока снижается ниже порогового значения, срабатывает реле контроля изоляции с действием на отключение инвертора.

5) Защита от сверхтоков в IGBT транзисторах.

При возникновении внешних коротких замыканий, срабатывает защита транзисторов от сверхтоков, предохраняя их от возможных повреждений.

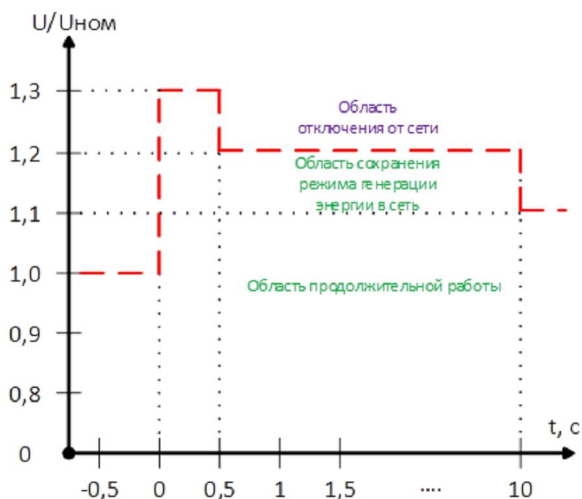


Рис. 2. Графическая схема работы функции HVRT при настройке порога максимального напряжения на уровне плюс 30% от номинального.

6) Защита от выхода параметров сети переменного тока за допустимый диапазон.

Если частота или напряжение сети переменного тока выйдут за установленные диапазоны, инвертор переходит в режим отказа и прекращает выработку электроэнергии. Восстановление нормального режима работы происходит автоматически течение после возврата параметров сети к нормальным значениям.

7) Защита от перегрева.

Тепловая защита срабатывает при нагреве шкафа выше 60°C. Перезапуск инвертора произойдет автоматически после уменьшения температуры элементов.

8) Защита от обратной полярности по стороне постоянного тока.

В случае, если произошло нарушение полярности подключения солнечных панелей, инвертор перейдет в режим отказа, восстановление нормального режима работы произойдет автоматически при условии корректного подключения полюсов солнечных панелей.

9) Аварийное (ручное) отключение.

Аварийное отключение срабатывает немедленно после нажатия кнопки «ЕРО». Повторный перезапуск возможен в ручном режиме

6. КОНСТРУКЦИЯ

6.1. Электрическая часть.

6.1.1. Состав

В состав БМИУ входит следующее электротехническое оборудование:

- Инверторы в количестве 2-х или 3-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.

6.1.2. Инвертор

Типовые исполнения БМИУ комплектуются инверторами серии GSM изготовленными в России.

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. 3. Инвертор

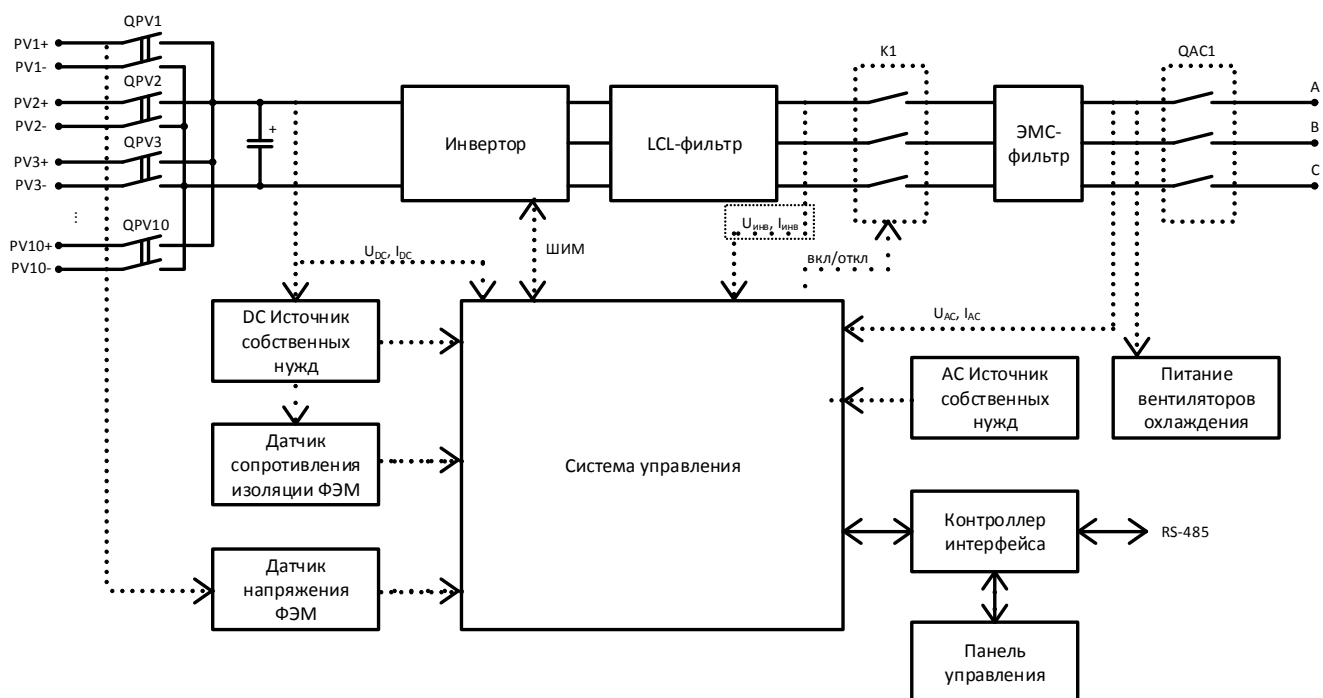


Рис. 4. Блок-схема инвертора

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;
- EMC 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.



Рис. 5. 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	6; 10	6; 10	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-ТРВ, TS3R12. Точный тип и его изготовитель согласовывается с Заказчиком в зависимости от требуемых технических характеристик.

Технические характеристики трансформаторов

Наименование параметра	Значение	
Электрическая мощность, кВА	3200	5000
Число фаз	3	
Междуфазное напряжение по стороне ВН, кВ	6; 10	
Регулирование напряжения ПБВ, %	$\pm 2 \times 2,5$	$\pm 2 \times 2,5$
Междуфазное напряжение по стороне НН, кВ	0,6 / 0,6	0,6 / 0,6 / 0,6
Схема и группа соединения обмоток	Y/ДД-11-11	Y/ДДД-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 (опционально)

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 ЩСН в РП 10кВ СЭС.

ШСН 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 каналообразующее 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 каналообразующего оборудования САУ, подсистемы имеют интерфейсные выходы. Питание подсистем и каналообразующего 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.

Шкаф САУ 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.

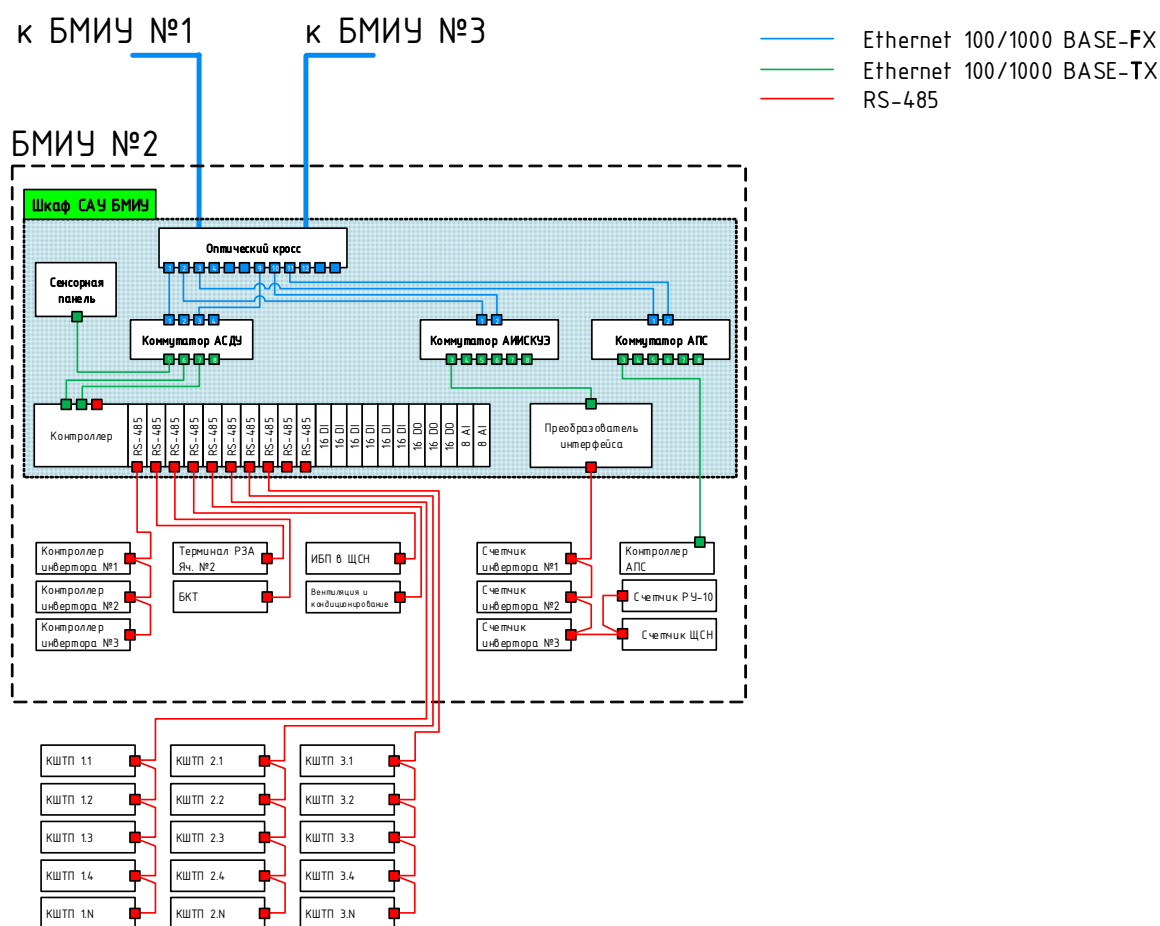


Рис. 6. Структурная схема цифровых связей оборудования в БМИУ

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. 7. 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 фотозлемента, 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 ростверк, на который устанавливается БМИУ. Поверхность ростверка должна быть отнелирирована с отклонением ± 5 мм. Возможны варианты применения других конструкций фундаментов в зависимости от проекта.

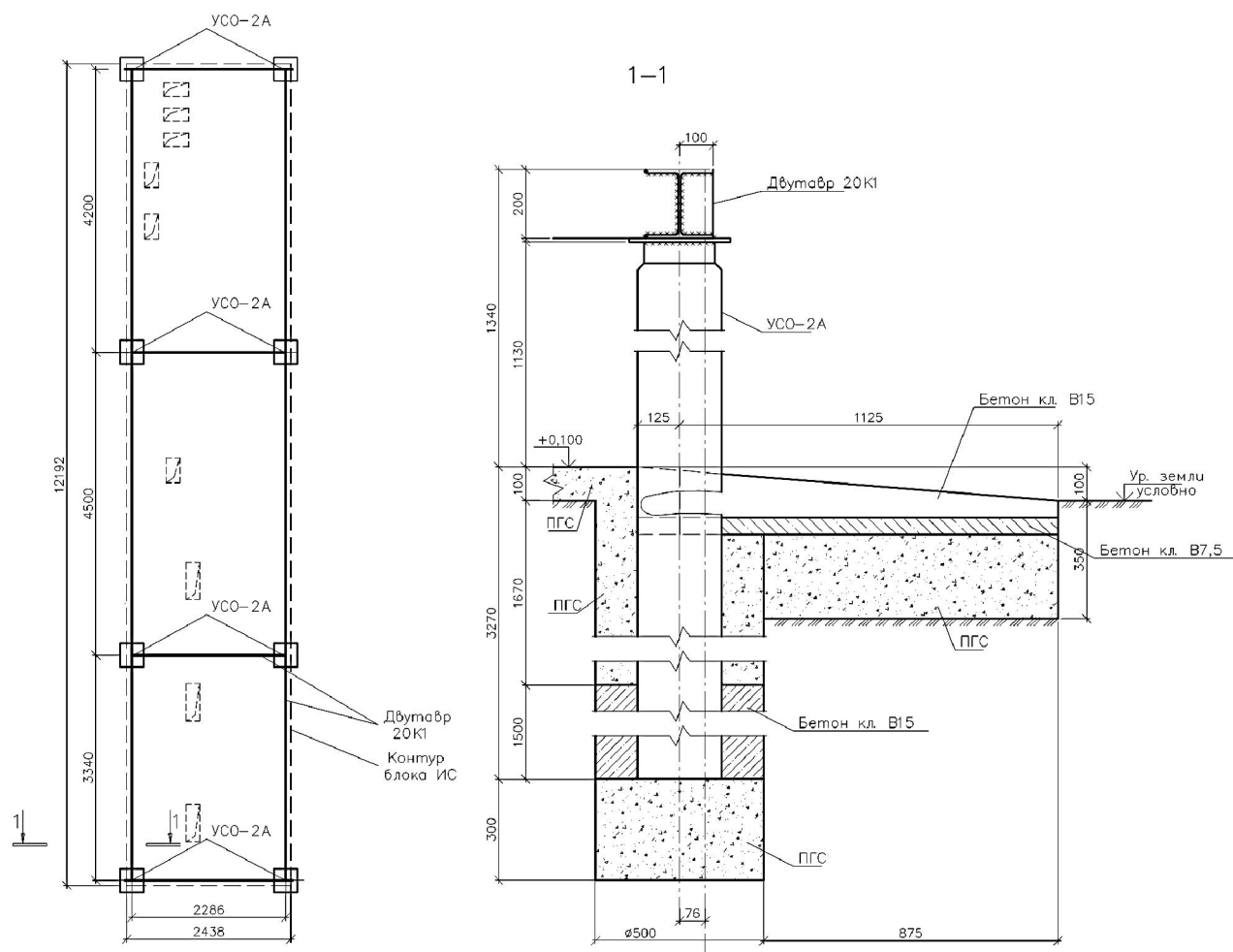


Рис. 7. Пример фундамента БМИУ

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 ExOp, 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 ExOp – «Комплексные системы оперативного постоянного тока ExOpSys»;
- Шкафы вторичных систем – «Шкафы вторичных систем для энергетических подстанций 35-110кВ».

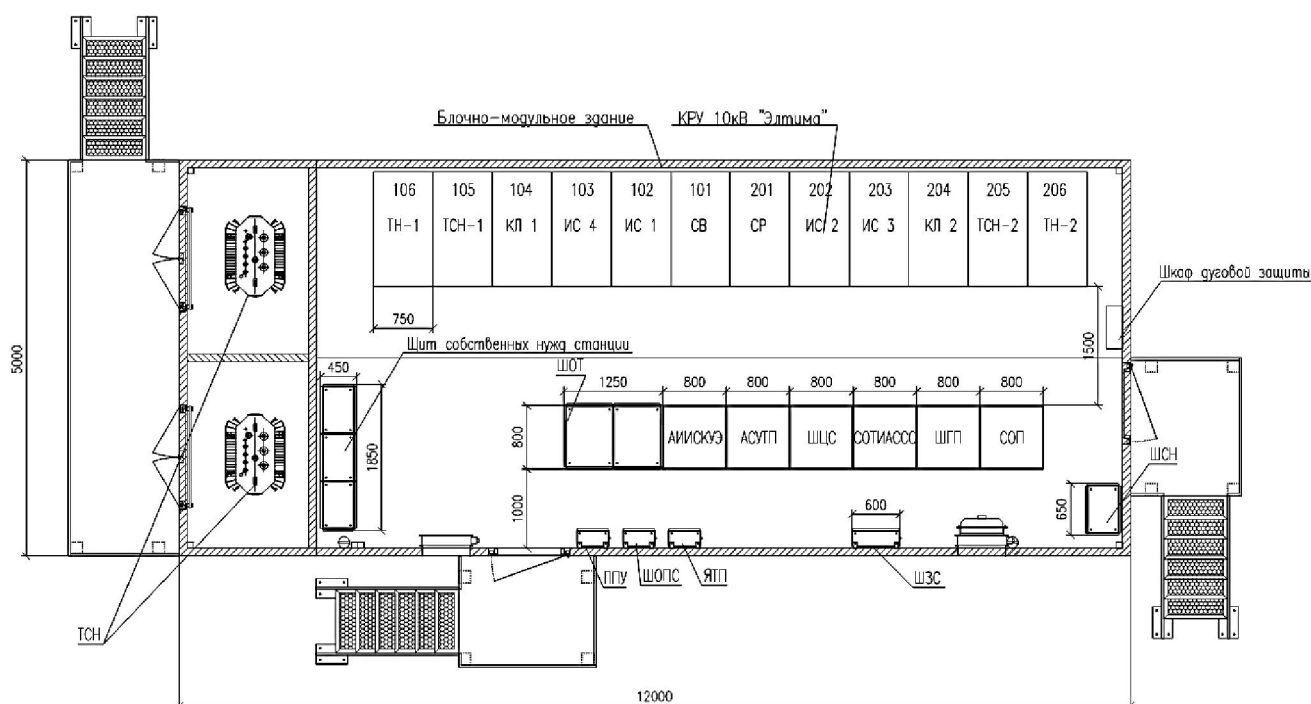


Рис. 8. Пример компоновки распределительного пункта СЭС мощностью 15 МВт

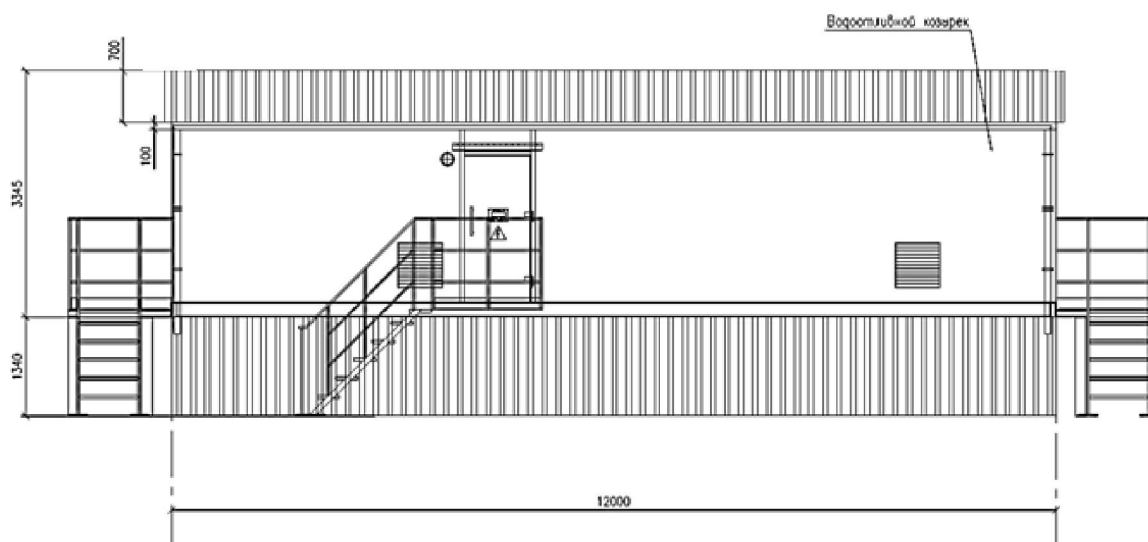


Рис. 9. Пример внешнего вида распределительного пункта

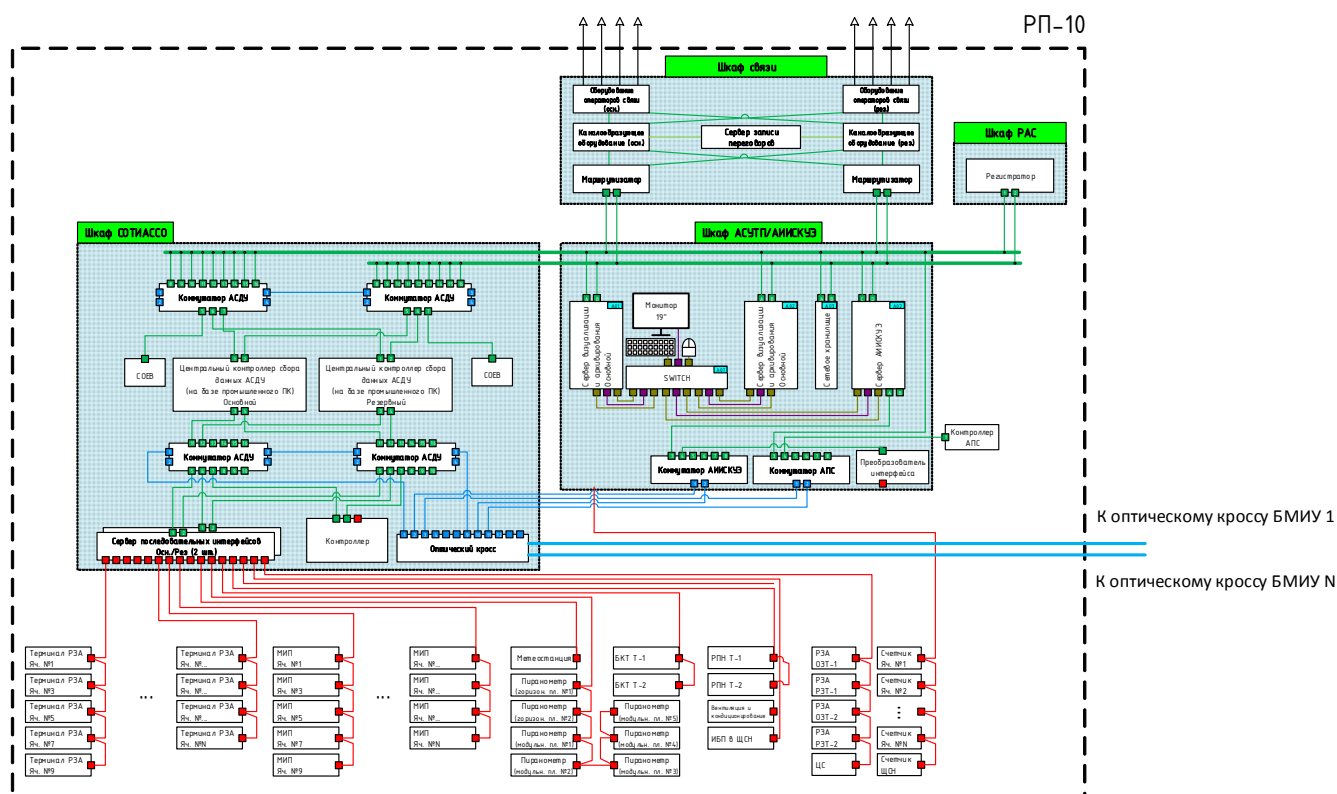
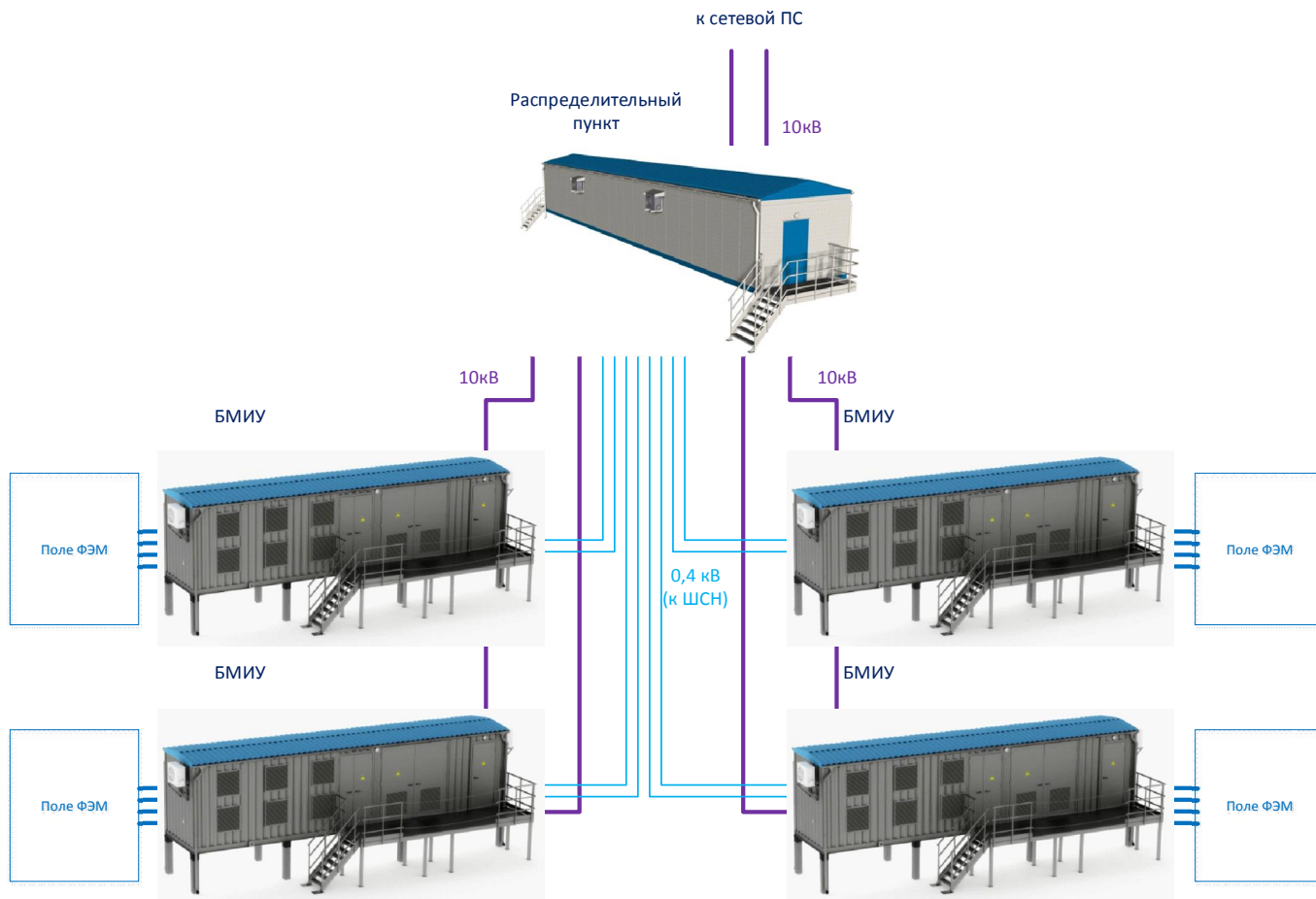


Рис. 10. Структурная схема информационных связей в РП 10кВ

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 АБУБ.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 ЭЭС:

- ✓ 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 ЭЭС (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: lyakhov@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