



КОНКУРСНАЯ РАБОТА

АО «ОКБ «Аэрокосмические системы»
на участие в конкурсе «Авиастроитель года» по итогам 2023 года
в номинации: За успехи в разработке авиационной техники и компонентов
(ОКБ года)

по теме:
«Разработка системы электроснабжения среднемагистрального пассажирского
самолёта МС-21»

Дубна, 2024

1. Введение

Целью данного документа является участие АО «ОКБ «Аэрокосмические системы», входящего в корпорацию «Промышленные технологии», в конкурсе «Авиастроитель года» Союза Авиапроизводителей Российской Федерации.

2. РАЗРАБОТКА И ПОСТАНОВКА НА ПРОИЗВОДСТВО ИМПОРТОЗАМЕЩЕННОЙ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ САМОЛЕТОВ МС-21 В РАМКАХ ПРОГРАММЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ

АО «ОКБ «Аэрокосмические системы» разработано и освоено производство импортозамещенной системы распределения электроэнергии СРЭЭ МС-21 для семейства самолетов МС-21, состоящей из:

- первичной системы распределения электроэнергии (распределительное устройство основное левое РУОЛ-21, распределительное устройство основное правое РУОП-21, распределительное устройство важное левое РУВЛ-21, распределительное устройство важное среднее РУВС-21 и распределительное устройство важное правое РУВП-21);

- вторичной системы распределения электроэнергии (блок управления нагрузками главный левый БУН-24-ГЛв, блок управления нагрузками главный правый БУН-24-ГПр, блок управления нагрузками подчиненный левый БУН-20-ПЛв и блок управления нагрузками подчиненный правый БУН-8-ППр);

- системы генерирования электроэнергии постоянного тока (трансформаторно-выпрямительные устройства ТВУ-8,4);

- панели управления внешним питанием ПУ-ВП-21;

- штепсельного разъёма аэродромного питания ШРАП-6ВО12.

СРЭЭ МС-21 предназначена для обеспечения питанием потребителей электроэнергией переменного трехфазного тока напряжением 115/200 В переменной частоты от 360 до 800 Гц и постоянного тока с напряжением 27 В во всех ожидаемых режимах работы оборудования, на всех этапах полёта и эксплуатации воздушного судна. Качество электроэнергии, параметры

электропитания и отклонения от номинальных значений при нормальном, ненормальном и аварийном режимах работы системы электроснабжения, а также переходные процессы и перерывы электропитания – в соответствии с ГОСТ Р 54073-2017.

Основными функциями СРЭЭ МС-21 являются:

– распределение электроэнергии переменного трехфазного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частотой 360 – 800 Гц от источников к потребителям всех категорий, на всех этапах полета и во всех рабочих режимах.

– преобразование электроэнергии переменного трехфазного тока номинальным напряжением 115/200 В в электроэнергию постоянного тока номинальным напряжением 27 В.

– обеспечение следующих защит:

- потребителей от некачественной электроэнергии;
- фидеров источников и фидеров объединения шин системы от КЗ и перегрузки;
- собственных технических средств от опасных режимов.

– обеспечение следующей сигнализации:

- летному экипажу доступности источников электроэнергии;
- в авионику состояния каналов питания потребителей (включен/выключен) и состояния защит по шине CAN.

– обеспечение средствам авионики возможности управления каналами потребителей 2-й и 3-й категорий.

– обеспечение функций бортовой системы технического обслуживания.

– обеспечение выдачи в комплекс БРЭО детальных сведений о режимах и параметрах функционирования системы распределения электроэнергии.

Аналоги СРЭЭ МС-21 на территории РФ не производятся.

Структурная схема системы распределения электроэнергии представлена на рисунке 1.

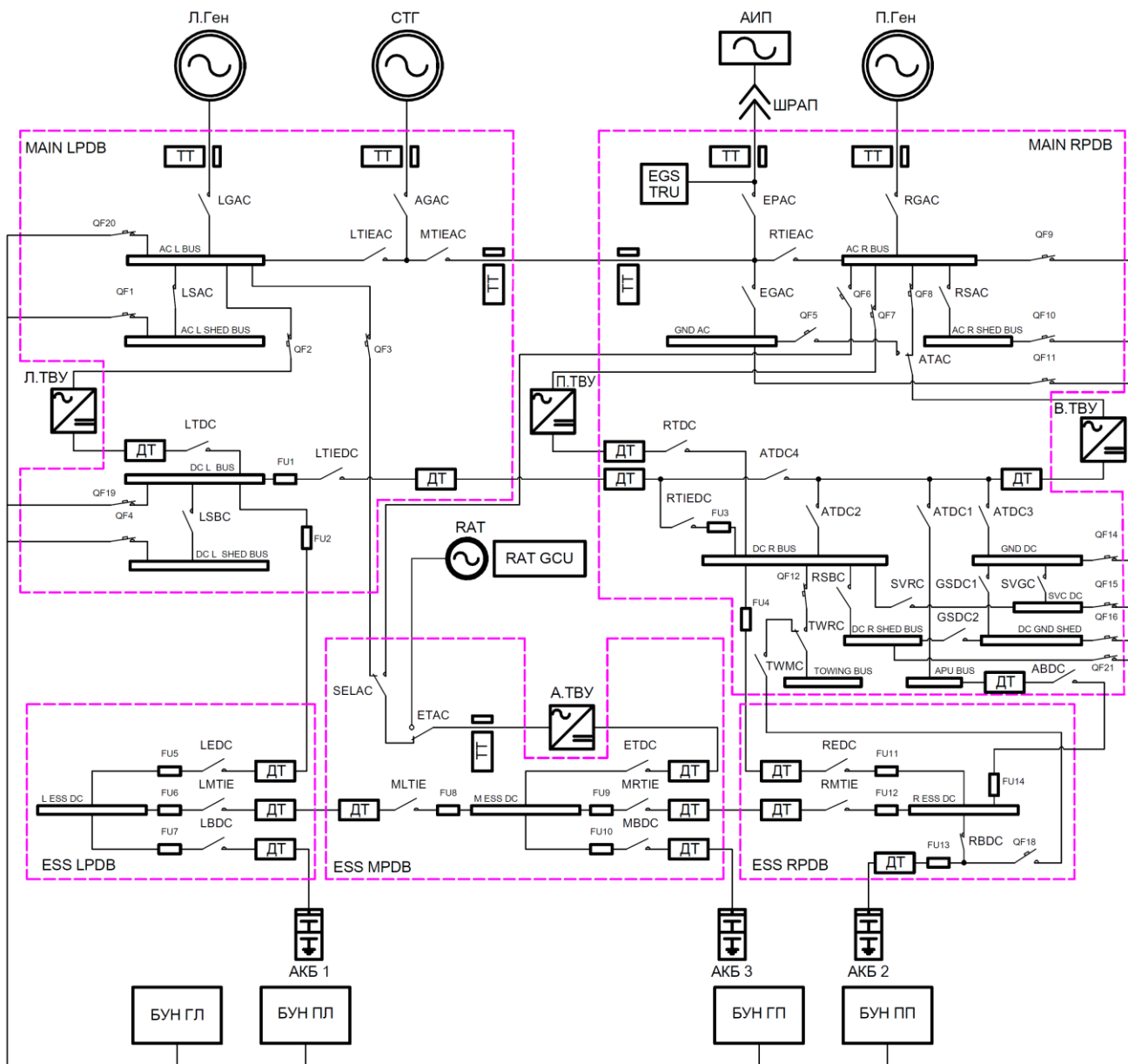


Рисунок 1 – Структурная схема системы распределения электроэнергии

2.1 Первичная система распределения электроэнергии

Первичная система распределения электроэнергии предназначена для передачи потребителям электроэнергии с параметрами качества, соответствующими ГОСТ Р 54073.

В состав системы входят два основных распределительных устройства (РУ) электроэнергии (см. рисунок 1):

- распределительное устройство основное левое РУОЛ-21 (MAIN-LPDB);
- распределительное устройство основное правое РУОП-21 (MAIN-RPDB);

и три важных РУ электроэнергии:

- распределительное устройство важное левое РУВЛ-21 (ESS-LPDB);
- распределительное устройство важное среднее РУВС-21 (ESS-MPDB);
- распределительное устройство важное правое РУВП-21 (ESS-PPDB).

Важные РУ обеспечивают электропитание потребителей 1-й категории, а основные РУ обеспечивают электропитание потребителей всех категорий.

РУ реализуют автоматическую реконфигурацию сети в зависимости от доступности источников электроэнергии, а также осуществляют:

- измерение и контроль в РУ напряжений;
- измерение и контроль в РУ токов *при помощи разработанных в рамках данной работы датчиков тока ДТ-500*;
- контроль состояния АЗС, предохранителей и контакторов;
- информационный обмен между компонентами СРЭЭ и другими системами самолета.

Коммутация электроэнергии внутри РУ осуществляется при помощи быстросъемных контакторов типа ТКСxxx-ПТД, разработанных в рамках данной программы и не имеющих аналогов в РФ.

2.1.1 Описание основных РУ

Общий вид основных РУ приведен на рисунке 2.

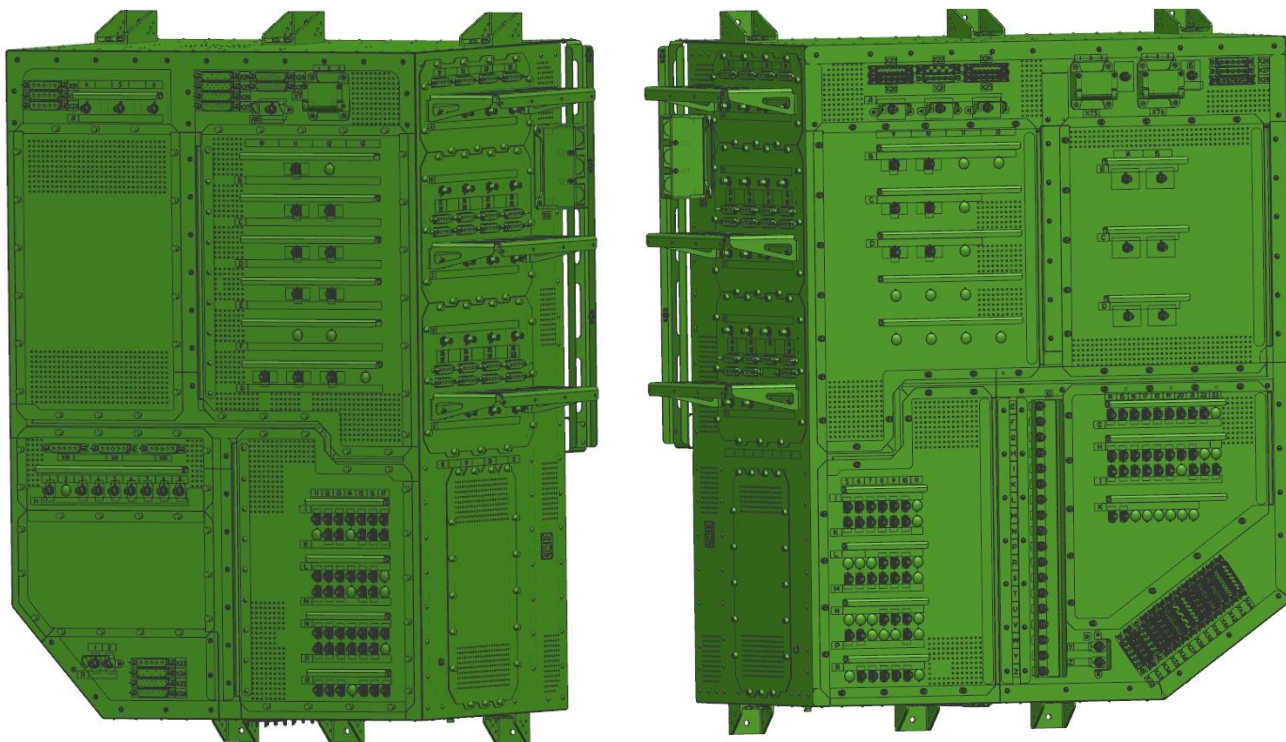


Рисунок 2 – Общий вид основных РУ

Главные функции основных РУ:

- осуществление передачи электроэнергии переменного тока с параметрами качества согласно ГОСТ Р 54073 для приемников электроэнергии переменного тока номинальным напряжением 115/200 В переменной частоты 360 - 800 Гц на протяжении всех фаз полета и для всех рабочих режимов;

- осуществление передачи электроэнергии постоянного тока с параметрами качества согласно ГОСТ Р 54073 для приемников электроэнергии постоянного тока номинальным напряжением 27 В на протяжении всех фаз полета и для всех рабочих режимов;

- получение переменного напряжения 115/200 В от генератора своего борта, от генератора СЗГ или от основной шины 115 В соседнего РУ при отсутствии питания от генератора своего борта и СЗГ, а также от АИП, если отсутствуют источники электроэнергии переменного тока;

- получение постоянного напряжения 27 В от ТВУ своего борта или от основной шины постоянного тока 27 В соседнего РУ;

- обеспечение обмена данными о состоянии контакторов, отвечающих за конфигурацию сети, данными о токах, напряжениях на шинах и источниках питания, текущем режиме работы и отказах с системами самолета по резервированной шине ARINC-825.

2.1.2 Описание важных РУ

Общий вид важных РУ приведен на рисунке 3.

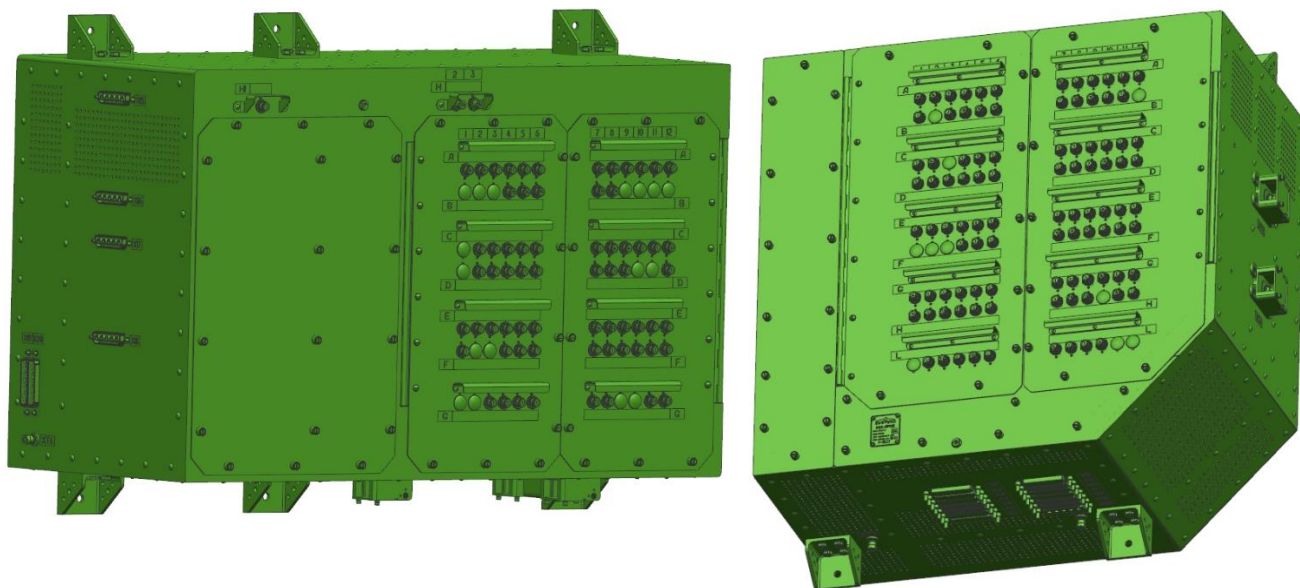


Рисунок 3 – Общий вид среднего важного и правого (левого) важного РУ

Главные функции важных РУ:

- осуществление передачи электроэнергии постоянного тока с параметрами качества согласно ГОСТ Р 54073 для приемников электроэнергии постоянного тока номинальным напряжением 27 В на протяжении всех фаз полета и для всех рабочих режимов;

- приём переменного напряжения 115/200 В от генератора аварийного канала переменного тока, от основной шины 115 В основного левого РУ или от основной шины 115 В основного правого РУ и передача этого напряжения на важное ТВУ;

- приём постоянного напряжения 27 В от АБ или от шины постоянного тока 27 В соседних важных РУ.

2.2 Вторичная система распределения электроэнергии

Вторичная система распределения электроэнергии получает электроэнергию переменного и постоянного тока от первичной системы и обеспечивает распределение электроэнергии с параметрами качества, соответствующими ГОСТ Р 54073, потребителям 2-й и 3-й категорий.

В состав вторичной системы входят следующие блоки:

- блок управления нагрузками БУН-24-ГЛв (левый мастер, LM);
- блок управления нагрузками БУН-24-ГПр (правый мастер, RM);
- блок управления нагрузками БУН-20-ПЛв (подчиненный левый, SLM);
- блок управления нагрузками БУН-8-ППр (подчиненный правый, SRM).

Каждый БУН представляет собой корпус с установленными съемными платами-модулями семи разных типов.

Защита от перегрузки по току в БУН осуществляется через контроль выходного тока по каждому каналу распределения электроэнергии с отслеживанием ампер-секундной характеристики.

Для каждого канала распределения электроэнергии БУН осуществляется контроль выходного напряжения, контроль выходного тока по каждому каналу и общего входного тока каждого силового модуля.

2.2.1 Описание БУН

БУН предназначен для распределения электроэнергии переменного тока 115/200 В частотой 360-800 Гц и электроэнергии постоянного тока 27 В от шин первичной системы к потребителям 2-й и 3-й категорий, защиты БКС от перегрузок по току, коммутации питаемых нагрузок согласно поступающим внешним сигналам.

Общий вид БУН приведен на рисунке 4.

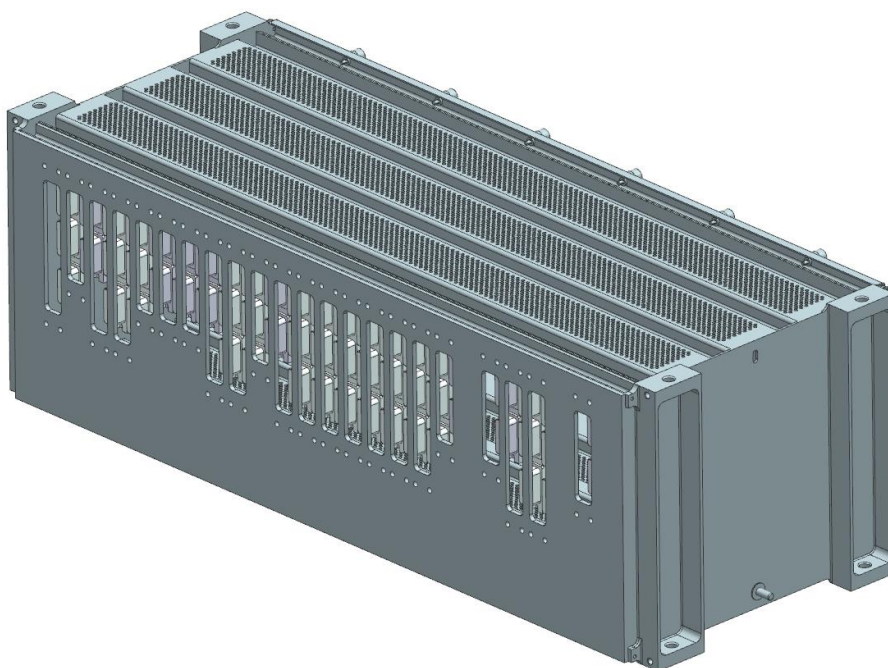


Рисунок 4 – Общий вид БУН

Функционально и конструктивно БУН состоит из следующих плат-модулей:

- модули микропроцессорные (для LM и RM);
- модули питания коммуникационные;
- модули коммутации постоянного тока с возможностью программирования на ток срабатывания защиты от перегрузки 3 А, 5 А, 7,5 А и 10 А;
- модули коммутации переменного тока с возможностью программирования на ток срабатывания защиты от перегрузки 3 А, 5 А, 7,5 А, 10 А и 15 А;
- модули дискретного ввода-вывода.

Микропроцессорный модуль обеспечивает прием управляющих команд и обмен данными с авионикой и с терминалом бортовой системы технического обслуживания по интерфейсу ARINC-664, а также управление коммутацией питаемых нагрузок своего БУН и соответствующего блока-спутника.

Модуль питания коммуникационный обеспечивает напряжением питания электронные компоненты, соответствующего БУН.

Модули коммутации обеспечивают независимую коммутацию питания каждого канала, защиту каждого выходного канала электропитания от токов перегрузки.

Основные функции БУН:

- в зависимости от типа БУН обеспечение подключения до 96 каналов нагрузки постоянного тока и до 72 каналов нагрузки переменного тока;
- взаимодействие с бортовыми системами по интерфейсу ARINC664 и по разовым командам. В случае отсутствия обмена по интерфейсу ARINC664 каналы питания сохраняют свое последнее состояние либо переходят в predetermined состояние (задается в файле конфигурации);
- автономное управление коммутаций электропитания к потребителям на основе сведений о состоянии системы, фазы полета и управляющих входных разовых команд (от бортовых систем самолета);
- обеспечение связи (LM и RM) и управления подчиненными БУН по внутреннему интерфейсу CAN;
- приём данные от первичных распределительных устройств по интерфейсу ARINC-825 (CAN).

Общий вид РУ первичной и вторичной системы распределения электроэнергии приведен на рисунке 5.

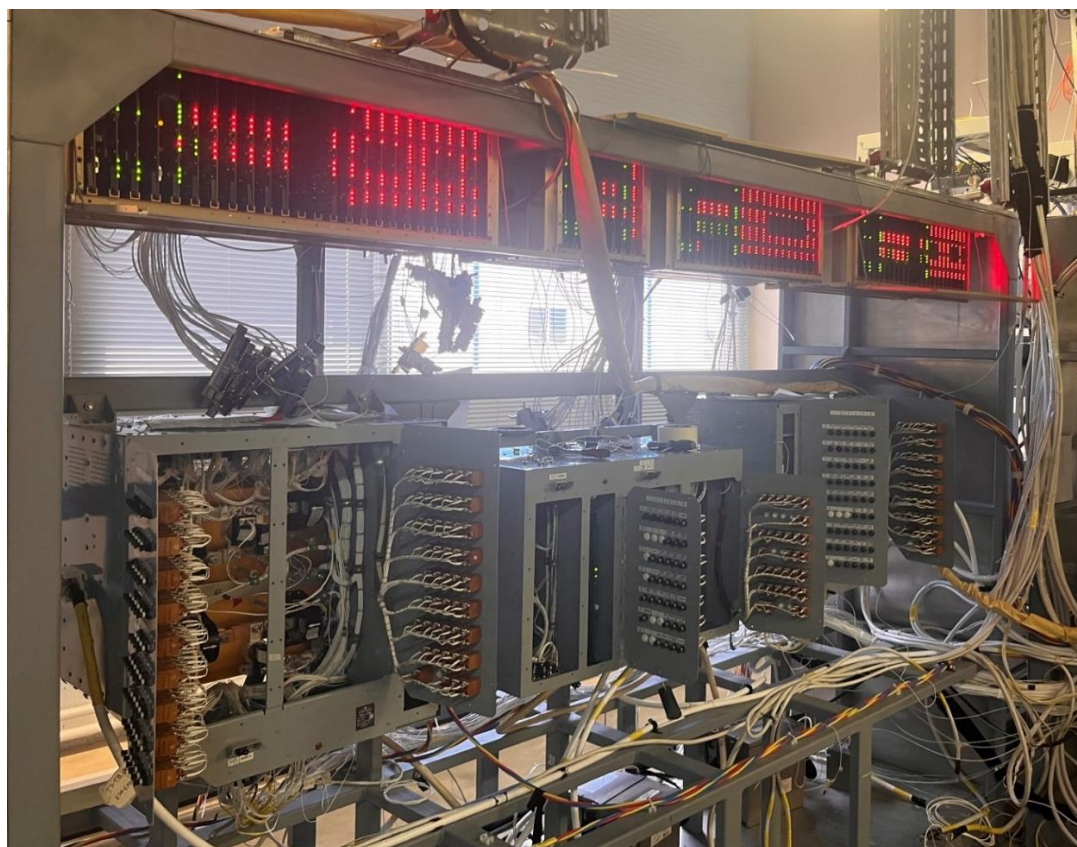


Рисунок 5 – РУ СРЭЭ

2.3 Система генерирования постоянного тока

2.3.1 Описание ТВУ-8,4

ТВУ-8,4 предназначено для преобразования трехфазного напряжения 115/200 В переменного тока переменной частоты 360 - 800 Гц с параметрами качества согласно ГОСТ Р 54073 в напряжение 27 В постоянного тока с обеспечением гальванической развязки между цепями переменного и постоянного тока.

Общий вид ТВУ-8,4 (мощностью 8,4 кВт) приведен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Общий вид ТВУ-8,4

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинства импортозамещенной системы распределения электроэнергии СРЭЭ МС-21:

- независимость авиационной отрасли в части систем распределения самолетов МС-21 от санкционной политики недружественных стран;
- снижение сроков изготовления авиационной техники за счет реализации замкнутого производственного цикла и применения метода сквозного проектирования при разработке СРЭЭ МС-21 и её компонентов;

- построение системы с применением вычислительных средств (микроконтроллеров и микропроцессоров) отечественного производства;
- программное обеспечение, осуществляющее управление системой, разработано с применением отечественных инструментов разработки и верификации;
- сохранение надежности авиационной техники за счет реализации функций и требований, предъявляемых к системе распределения электроэнергии самолета МС-21.

В настоящий момент СРЭЭ МС-21, установленная на импортозамещенном самолете МС.0012, обеспечила постановку под ток самолёта и отработку его систем.

Идут стендовые испытания системы для начала летных испытаний самолета.