



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

С.В. Кузнецов,  
Г.Е. Перегудов

# АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ И АВИОНИКА

Учебно-методическое пособие  
по выполнению лабораторной работы  
«Электроснабжение»

для студентов IV и V курса  
направления 25.03.01  
всех форм обучения

Москва  
2019



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (МГТУ ГА)»**

---

**Кафедра технической эксплуатации авиационных  
электросистем и пилотажно-навигационных комплексов**

**С.В. Кузнецов, Г.Е. Перегудов**

# **АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОСИСТЕМЫ И АВИОНИКА**

**Учебно-методическое пособие  
по выполнению лабораторной работы  
«Электроснабжение»**

*для студентов IV и V курса  
направления 25.03.01  
всех форм обучения*

Москва  
2019

ББК 0562  
К-89

Рецензент:  
*Соловьев Ю.С.* – канд. техн. наук

**Кузнецов С.В.**

К-89 Авиационные электросистемы и авионика: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторной работы./ С.В. Кузнецов, Г.Е. Перегудов. – Воронеж: ООО «МИР», 2019. – 28 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Авиационные электросистемы и авионика» по учебному плану для студентов IV и V курса направления 25.03.01 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры 17.06.2019 г. и методического совета 25.06.2019 г.

*В авторской редакции.*

Подписано в печать 08.07.2019 г.  
Формат 60x84/16 Печ.л. 3 Усл. печ. л. 3,49  
Заказ 491/ Тираж 60 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993 Москва, Кронштадтский бульвар, д.20

Отпечатано ООО «МИР»  
394033, г. Воронеж, Ленинский пр-т 119А, лит. Я, оф. 215  
Тел.: 8 (958) 649-53-31 Email: 89586495331@mail.ru

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2019

## **Лабораторная работа**

### **ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ**

**Целью лабораторной работы** является изучение назначения системы электроснабжения, принципа действия источников электроснабжения самолетов семейства Airbus A320/330/340, практическое изучение процесса постановки под ток самолета от внешних источников питания на процедурном тренажере MTD AIRBUS A330. Продолжительность лабораторной работы 4-8 часов (в зависимости от объема задания).

#### **1. Система электроснабжения самолетов Airbus A320/330/A340**

##### **1.1. Общие сведения о СЭС**

Система электроснабжения (СЭС) летательного аппарата - ELECTRICAL POWER - обеспечивает электропитанием бортовое оборудование и агрегаты, потребляющие электроэнергию, и состоит из систем генерирования и преобразования, а также распределения электроэнергии [4].

Система генерирования представляет собой совокупность источников и преобразователей электроэнергии (генераторов, преобразователей рода тока и величины напряжения, аккумуляторов), устройств стабилизации их напряжений и частот, устройств параллельной работы, защиты, управления и контроля, которые обеспечивают производство электроэнергии и поддержание ее характеристик в заданных пределах в точках регулирования при всех режимах работы системы.

Система распределения – это совокупность устройств, передающих электроэнергию от источников системы генерирования к распределительным устройствам и от распределительных устройств к потребителям электроэнергии.

Систему электроснабжения принято разделять на первичную и вторичную. Первичная СЭС – это система, генераторы которой приводятся во вращение маршевыми двигателями самолета или вспомогательной силовой установкой (ВСУ). Вторичная СЭС – это система, питаемая от первичной СЭС преобразующими устройствами, входящими во вторичную СЭС.

В настоящее время первичные СЭС, в основном, являются системами переменного тока, а вторичные, соответственно, системами постоянного тока.

На самолетах семейства Airbus СЭС делят на:

- систему переменного тока - Alternating Current (AC) Electrical System;
- систему постоянного тока - Direct Current (DC) Electrical System;
- аварийную систему - Emergency Electrical System;
- систему запуска ВСУ - Auxiliary Power Unit (APU) Start System.

Рассмотрим систему генерирования и преобразования, применяемую на самолетах семейства Airbus A320/330/340.

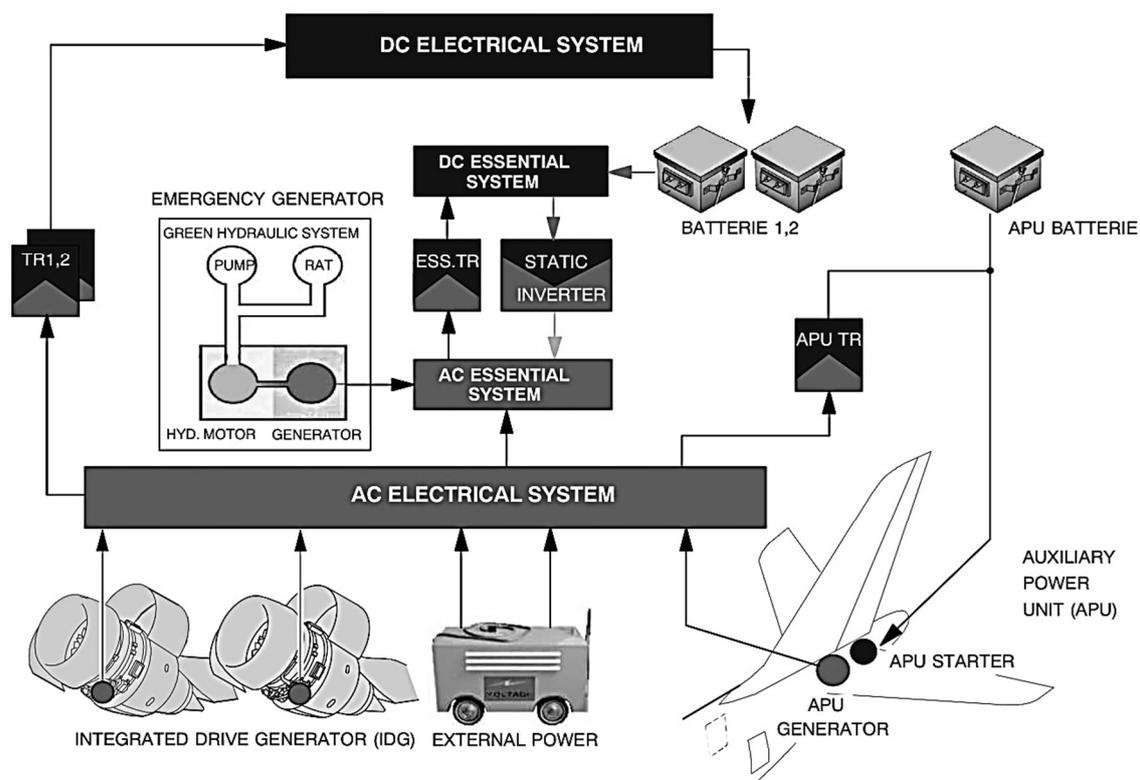


Рис. 1.1. Система генерирования и преобразования электроэнергии.

#### 1.1.1. Штатные режимы генерирования электроэнергии переменного тока.

- генерирование электроэнергии в системе переменного тока обеспечивается двумя генераторами со встроенными приводами Integrated Drive Generator (IDG) от маршевых двигателей. Они состоят из привода постоянных оборотов Constant Speed Drive (CSD) и трехфазного генератора переменного тока. CSD преобразует скорость вращения на входе (в зависимости от режима работы авиадвигателя меняется в диапазоне от 4500 до 9120 оборотов в минуту) в постоянную скорость на выходе (24000 оборотов в минуту), которая необходима для генерации стабильной частоты переменного тока 400 Гц.

Каждый генератор обеспечивает мощность 115 кВА, выходное напряжение составляет 115/200 В 400 Гц, 3 фазы, и обычно подключается к своей собственной шине (AC BUS1 и AC BUS2).

- генерирование электроэнергии в системе переменного тока на земле и в полете может осуществляться дополнительным источником переменного тока - генератором ВСУ (APU GEN), способным обеспечить все электросети самолета. Так как ВСУ имеет постоянную скорость вращения, то IDG не требуется.

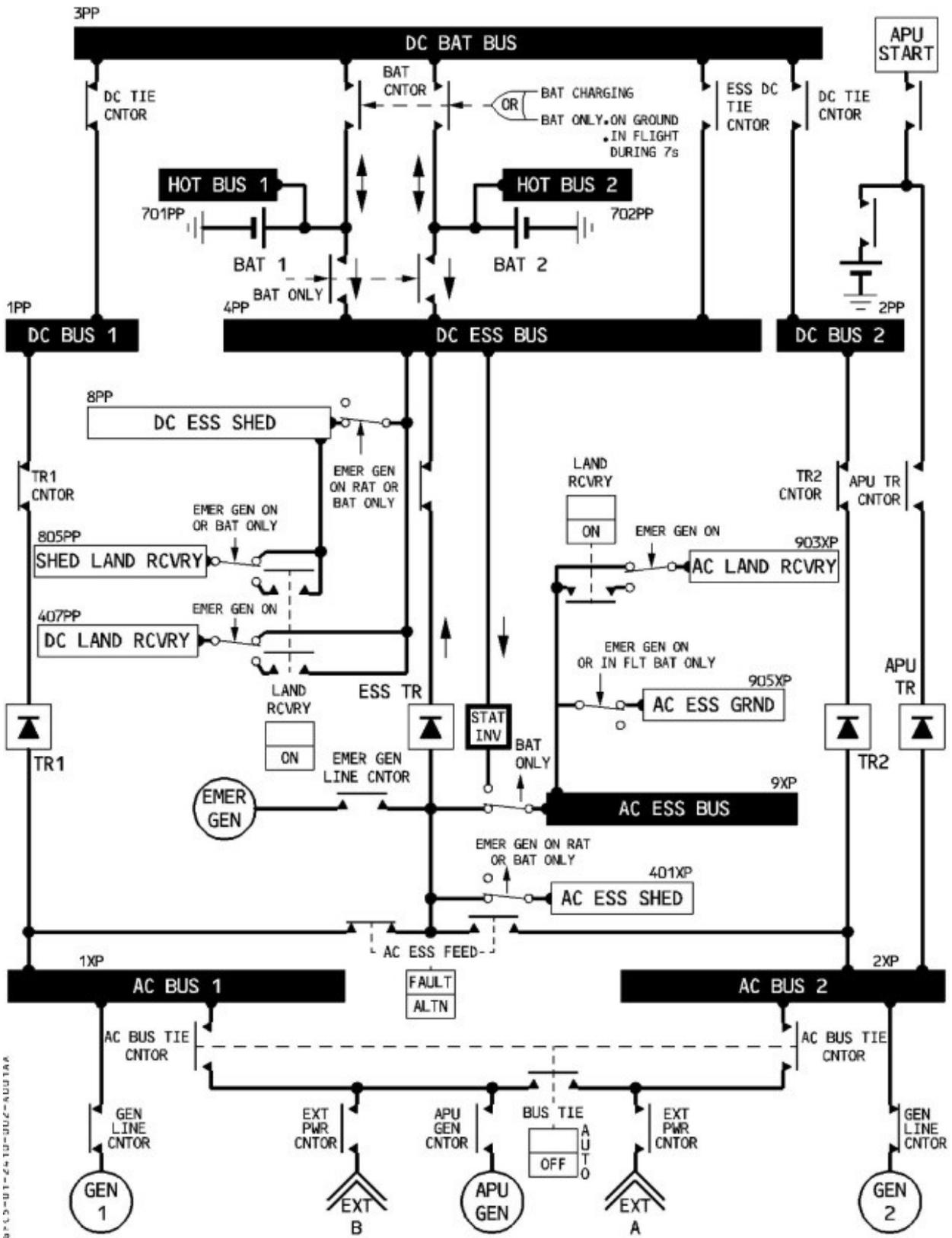


Рис. 1.2. Электрическая схема СЭС.

Мощность генератора ВСУ также составляет 115 кВА, выходное напряжение 115/200 В 400 Гц, 3 фазы.

- для обеспечения электроэнергией всей бортовой сети самолета при проведении технического обслуживания на земле при неработающих авиадвигателях и ВСУ, имеется возможность подключать внешние наземные источники электропитания EXTERNAL POWER. Для этого установлены две силовые розетки за носовым шасси (EXT A и EXT B).

Каждая розетка способна пропускать электрическую мощность 90 кВА, напряжение 115/200 В, 400 Гц, 3 фазы.

1.1.2. Нештатный режим генерирования электроэнергии переменного тока.

В случае отказа какого-либо из IDG, шины переменного тока (AC BUS1 или AC BUS2) будут запитываться от исправных источников в соответствии с установленным порядком (приоритетом).

Приоритет для шины AC BUS1: IDG 1/APU GEN/EXT PWR B/EXT PWR A/IDG2.

Приоритет для шины AC BUS2: IDG 2/EXT PWR A/APU GEN/EXT PWR B/IDG1.

1.1.3. Аварийные режимы генерирования электроэнергии переменного тока.

В случае обесточивания основных шин переменного тока (AC BUS1 и AC BUS2), аварийная шина AC ESS BUS (AC essential bus), к которой подключены самые необходимые и жизненно важные потребители, будет запитываться от следующих источников переменного тока:

- статического преобразователя (статического инвертора) Static Inverter.

Он преобразует напряжение постоянного тока, подаваемого от аккумуляторных батарей BAT1 и BAT2, в однофазное напряжение 115В 400 Гц переменного тока. Номинальная выходная мощность составляет 2,5 кВА. Статический инвертор расположен в отсеке авионики.

- аварийного генератора EMERGENCY GENERATOR (EMER GEN).

Аварийный генератор составляет одно целое с гидравлическим двигателем постоянной скорости и по-другому называется Constant Speed Motor/Generator (CSM/G). CSM/G работает от «Зеленой» (GREEN) гидравлической системы. Когда давление в ней создается гидронасосами двигателей (Engine Pumps 1 и 2) или электрическим гидравлическим насосом, то CSM/G обеспечивает мощность 8 кВА, 115В/200 В 400Гц, 3 фазы.

- аварийного генератора EMERGENCY GENERATOR (EMER GEN).

Если давление в «Зеленой» гидросистеме создается приводом от турбины, выпускаемой в поток встречного воздуха Ram Air Turbine (RAT), то CSM/G обеспечивает только 3,5 кВА, 115В/200 В 400Гц, 3 фазы.

1.1.4. Штатные режимы генерирования электроэнергии постоянного тока.

Основными источниками постоянного тока на борту являются выпрямительные устройства или выпрямители. Установлено 4 идентичных

выпрямителя Transformer Rectifier Units (TR1, TR2, ESS TR, APU TR). Выходное напряжение выпрямителя составляет 28В, ток 100А.

- основные выпрямители TR1 и TR2 запитывают шины постоянного тока (DC BUS1 и DC BUS2) и шину для зарядки аккумуляторных батарей (DC BAT).

- выпрямитель ESS TR запитывает аварийную шину (DC ESS), к которой подключены самые необходимые и жизненно важные потребители.

1.1.5. Аварийный режим генерирования электроэнергии постоянного тока DC Emergency Generation.

В случае полной потери мощности в сети постоянного тока, для обеспечения самых необходимых и жизненно важных потребителей энергии постоянного тока к аварийной шине (DC ESS) подключаются две никель-кадмиевые батареи (BAT1, BAT2).

Номинальное напряжение каждой батареи составляет 24 В, емкость 40Ач. Аккумуляторы установлены в отсеке авионики.

1.1.6. Генерирование электроэнергии постоянного тока для запуска ВСУ.

При запуске ВСУ электрический стартер раскручивает ротор газотурбинного двигателя. Стартер представляет собой электрический двигатель постоянного тока, который подключен к шине DC APU BUS. Источниками являются:

- аккумуляторная батарея APU BAT (24В, 40Ач);
- выпрямитель APU TR (28В, 100А).

Они установлены в грузовом отсеке для навалочных грузов.

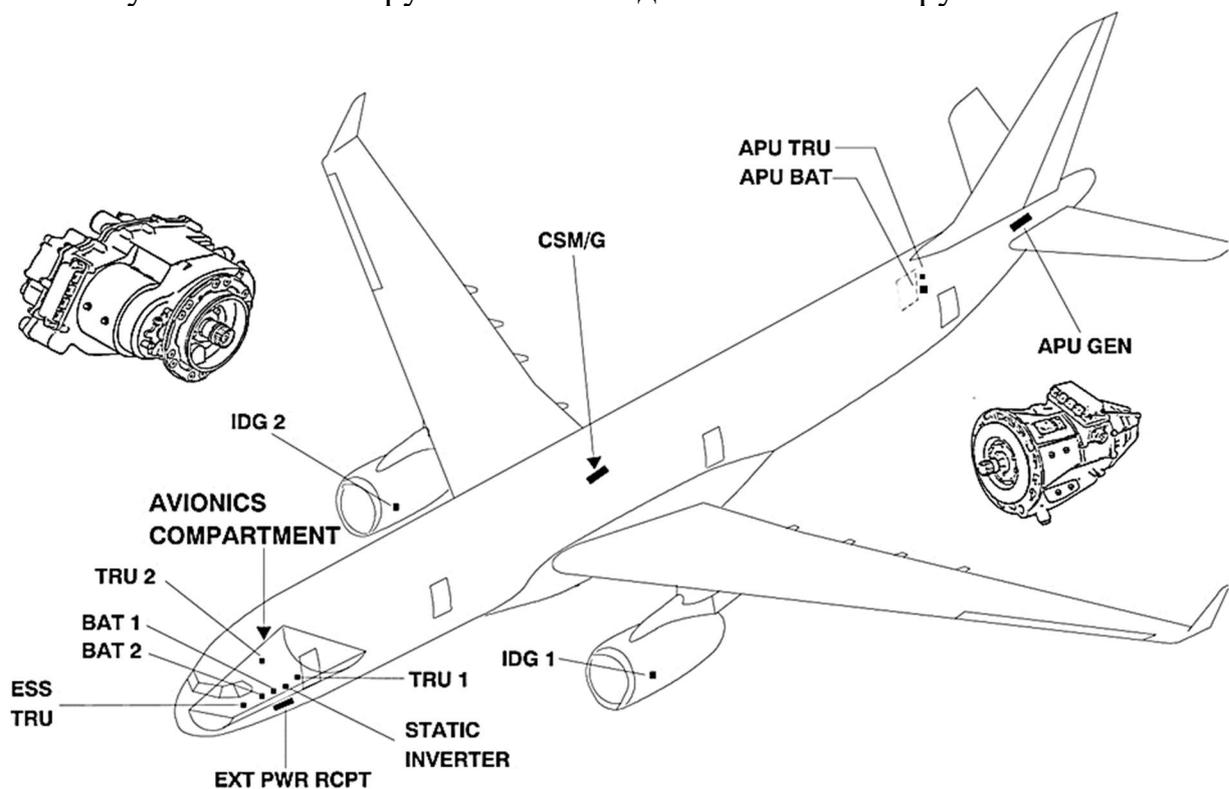


Рис. 1.3. Размещение компонентов СЭС.

## 1.2. Элементы управления СЭС

Элементы управления СЭС размещены на нескольких панелях управления.

1.2.1. Основные органы управления СЭС (рис.1.4.) размещены на панели ELEC Control Panel (235VU), которая располагается на верхней панели (overhead) в кабине (cockpit) экипажа.

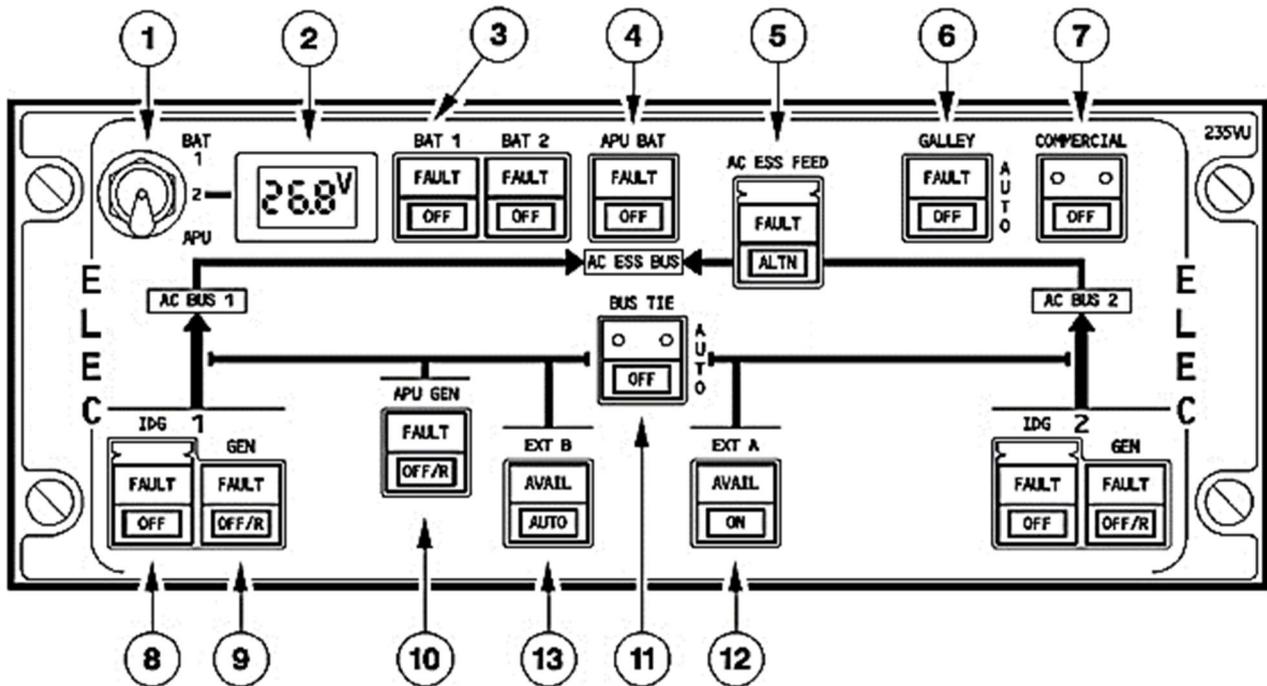


Рис. 1.4. Панель управления ELEC Control Panel (235VU).

(1). Переключатель трехпозиционный ВАТ 1 (2 или АРУ).

При помощи этого селектора осуществляется выбор аккумуляторной батареи для отображения на дисплее ее напряжения.

Выбранное напряжение отображается непрерывно.

(2). Дисплей для индикации напряжения на батареях.

(3). Кнопки ВАТ1 (ВАТ2).

В нормальной конфигурации кнопки нажаты. При этом батареи автоматически подключаются (или отключаются) к электросети в соответствии с текущей конфигурацией системы постоянного тока.

Кнопки имеют подсвечиваемые надписи. При отжатом положении кнопок подсвечивается надпись белого цвета OFF (если доступны другие источники питания).

Надпись янтарного цвета FAULT появится в случае теплового разгона батареи или короткого замыкания цепи.

(4). Кнопка АРУ ВАТ.

В нормальной конфигурации кнопка APU BAT нажата. При этом батарея автоматически подключается (или отключается) к электросети для зарядки или запуска ВСУ.

Кнопка имеют подсвечиваемые надписи. При отжатом положении кнопки подсвечивается надпись белого цвета OFF (если доступны другие источники питания).

Надпись янтарного цвета FAULT появится в случае теплового разгона батареи или короткого замыкания цепи.

(5). Кнопка защищенная AC ESS FEED (AC ESSENTIAL FEED).

В нормальной конфигурации шина переменного тока AC ESS запитывается от шины переменного тока AC BUS1.

В случае отказа (обесточивания шины AC BUS1) шина AC ESS автоматически переводится на питание от шины AC BUS2.

Если питание на шину AC ESS не подается, на кнопке появится надпись янтарного цвета FAULT.

При нажатии на защищенную кнопку AC ESS FEED загорается надпись белого цвета ALTN, а шина AC ESS принудительно переключается на питание от шины AC BUS1 на шину AC BUS2.

(6). Кнопка GALLEY.

В нажатом положении кнопки (AUTO) блоки ECMU (Electrical Contactor Management Unit) в автоматическом режиме подключают кухни, а при обнаружении отказов или перегрузки генераторов кухни отключают (сбрасывают).

Надпись янтарного цвета FAULT появляется при перегрузке или когда автоматическое отключение не выполняется

В отжатом положении кнопки все кухни отключены (сброшены), при этом подсвечивается надпись белого цвета OFF.

Установка кнопки в OFF, а затем в AUTO перезагружает питание кухонь, которые были сброшены из-за перегрузки.

(7) Кнопка COMMERCIAL.

В отжатом положении кнопки подсвечивается надпись белого цвета OFF и следующее оборудование будет отключено (сброшено):

- кухни;
- развлекательная система для пассажиров (музыка и видео);
- система погрузки;
- защита от обледенения замков;
- защита от замерзания воды/ сточных вод;
- освещение салона и кабины;
- нагреватели воды.

(8). Кнопки защищенные IDG (двигатели 1 и 2).

При нажатии на соответствующую кнопку IDG необратимо отсоединяется от приводного вала. Восстановление соединения возможно

только на земле. Нельзя удерживать кнопку более 3 секунд из-за опасности повреждения механизма расцепления.

Надпись янтарного цвета FAULT появляется в случаях:

- перегрева масла на выходе IDG (выше 185° C);
- низкого давления масла.

Подсветка кнопки гаснет, если IDG отключен.

(9). Кнопки GEN (двигатели 1 и 2).

В нажатом положении кнопки GEN соответствующий генератор находится под напряжением и сетевой контактор замкнут.

При отказах происходит защитное отключение генератора. Срабатывание системы защиты инициируется блоком управления (GCU), при этом сетевой контактор размыкается, генератор отключается и появляется надпись янтарного цвета FAULT.

Когда кнопка GEN отжата, подсвечивается надпись белого цвета OFF/R, при этом генератор отключается и сетевой контактор размыкается, также происходит сброс (reset) блока управления (GCU) после защитного отключения.

(10). Кнопка GEN APU.

В нажатом положении кнопки GEN APU генератор ВСУ находится под напряжением и сетевой контактор замкнут.

При отказах происходит защитное отключение генератора. Срабатывание системы защиты инициируется блоком управления (GCU), при этом сетевой контактор размыкается, генератор отключается и появляется надпись янтарного цвета FAULT.

Когда кнопка GEN APU отжата, подсвечивается надпись белого цвета OFF/R, при этом генератор ВСУ отключается и сетевой контактор размыкается, также происходит сброс (reset) блока управления (GCU) после защитного отключения.

(11). Кнопка BUS TIE.

В нажатом положении кнопки (AUTO) один изолирующий контактор (SIC) и два соединительных контактора (BTC) работают в автоматическом режиме, т.е. размыкаются и замыкаются в соответствии с логикой приоритетов для поддержания работы всех шины переменного тока.

В отжатом положении кнопки BUS TIE контакторы SIC и BTC разомкнуты, при этом подсвечивается надпись белого цвета OFF.

(13), (12). Кнопки EXT В и EXT А.

Если к самолету подключены внешние источники питания и параметры электроэнергии в норме, на кнопках подсвечивается зеленая надпись AVAIL.

При нажатии на кнопки EXT А или EXT В внешнее питание подается в электросеть самолета. Надписи AVAIL гаснут и подсвечиваются надписи синего цвета соответственно ON или AUTO.

При повторном нажатии на кнопки EXT А или EXT В внешнее питание отключается, подсвечиваются зеленые надписи AVAIL.

1.2.2. Органы управления аварийным генератором (рис.1.5.) размещены на панели EMER ELEC PWR, которая располагается на верхней панели (overhead), (211VU).

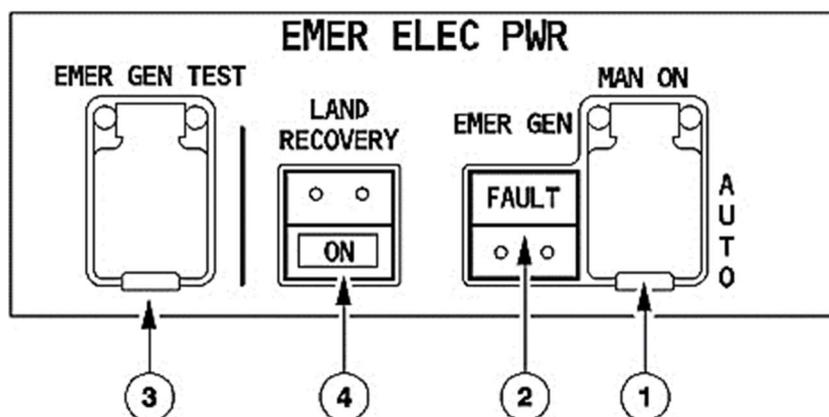


Рис. 1.5. Панель управления EMER ELEC PWR.

(1), (2). Кнопка защищенная MAN ON и табло EMER GEN.

Если кнопка не нажата, т.е. защитный колпачок закрыт, активирован режим AUTO. При обесточивании в полете основных шин переменного тока AC BUS1 и AC BUS2 аварийный генератор включается автоматически. Если он не включился, загорается надпись FAULT на красном табло EMER GEN.

При нажатии кнопки MAN ON запускается аварийный генератор.

(3). Кнопка EMER GEN TEST.

При нажатии на кнопку на земле, если в «зеленой» гидросистеме создано давление (например «зеленым» электрическим гидронасосом) активируется аварийный генератор (CSM/G) и подключается к шине AC ESS BUS.

Тест аварийного генератора блокируется, если выпущены предкрылки.

Если кнопка EMER GEN TEST нажималась в полете, после теста необходимо нажать на кнопку LAND RECOVERY, чтобы высветилась надпись белого цвета ON.

(4). Кнопка LAND RECOVERY.

Когда давление в «зеленой» гидравлической системе создается воздушной турбиной RAT, шины постоянного и переменного тока SHED BUS, запитываемые от шин AC ESS и DC ESS, отключаются (сбрасываются).

При нажатии кнопка LAND RECOVERY, загорается надпись белого цвета ON, и питание шин SHED BUS восстанавливается.

1.2.3. Элементы индикации (рис.1.6.) размещены на панели внешних источников питания EXTERNAL POWER PANEL (925VU), которая располагается снаружи самолета за носовой стойкой шасси. Там же

установлены две силовые розетки внешнего электропитания EXTERNAL POWER (EXT A и EXT B).

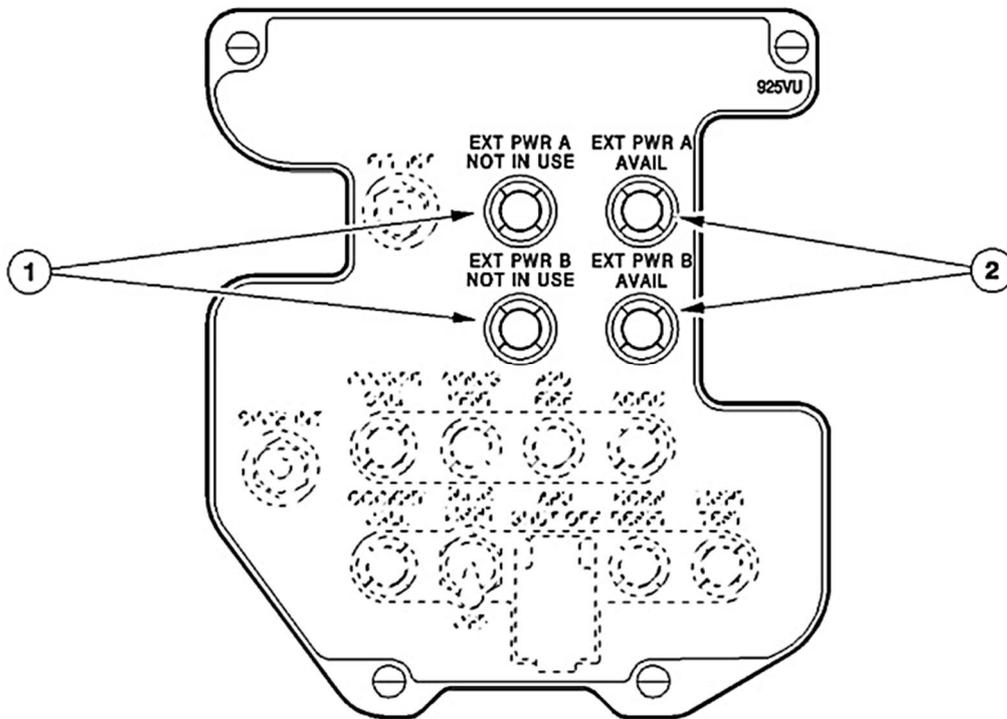


Рис. 1.6. Панель управления EXTERNAL POWER PANEL.

(1). Индикаторы EXT PWR A (B) NOT IN USE (EXTERNAL POWER A (B) NOT IN USE).

Световой индикатор горит белым цветом, информируя наземный персонал о том, что внешний наземный источник питания подключен, но не питает сеть самолета, т.е. источник можно отключить. Индикатор гаснет, если внешний источник используется EXT A (B).

(2). Индикаторы EXT PWR A(B) AVAIL (EXTERNAL POWER A(B) AVAILable).

Световой индикатор используется для контроля состояния внешнего источника и качества электропитания. Индикатор горит желтым цветом, указывая на то, что параметры электроэнергии подключенного источника в норме (правильное напряжение, частота и последовательность фаз).

1.2.4. На потолке перед входом в кабину (рис.1.7.) размещена панель автоматов защиты (Circuit breaker panel 5001VE), на которой установлен выключатель MAINT BUS.

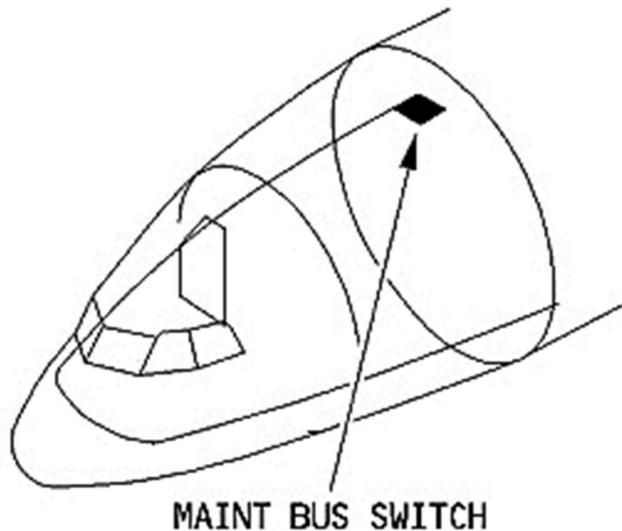


Рис. 1.7. Расположение выключателя MAINT BUS.

На земле, когда требуются только сервисное обслуживание, нет необходимости задействовать всю электрическую сеть самолета. Поэтому предусмотрены сервисные шины переменного и постоянного тока (AC и DC GND/FLT), на которые можно подавать электропитание непосредственно от внешнего источника EXT A. Для этого служит выключатель MAINT BUS. Выключатель имеет магнитную защелку, т.е. фиксируется в положении ON при условии, что параметры внешнего питания в норме (светится зеленая надпись AVAIL на кнопке EXT A).

От сервисных шин AC и DC GND/FLT функционирует:

- освещение салонов;
- освещение кухни;
- подсветка прихожих;
- освещение туалетов;
- розетки пылесосов;
- подсветка фонаря кабины;
- индикация количества топлива;
- панель заправки;
- освещение и розетки нижней палубы багажного отделения;
- освещение отсеков шасси;
- подсветка гидравлического отсека;
- сервисные розетки отсека шасси;
- наземный вызов;
- розетки салона;
- навигационные огни;
- защиту от обледенения механизмов блокировок замков дверей;
- ручной тормоз;

- гидравлический насос грузовой двери;
- система погрузки.

Выключатель MAINT BUS автоматически отключается при отключении внешнего источника или в случае неисправности выпрямителя TR2.

При штатном подключении внешнего питания, шины GND/FLT подключаются к основным шинам электросети.

### 1.3. Индикация параметров СЭС

Параметры СЭС отображаются на нижнем дисплее SD (System Display) системы индикации параметров систем самолета ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitoring). Для этого используется несколько страниц (мнемокадров) ELEC AC, ELEC DC, C/B и APU. Страницы вызываются либо вручную кнопками EL/AC, EL/DC, C/B и APU на панели управления ECAM CONTROL PANEL, либо автоматически.

#### 1.3.1. Страница переменного тока ELEC AC.

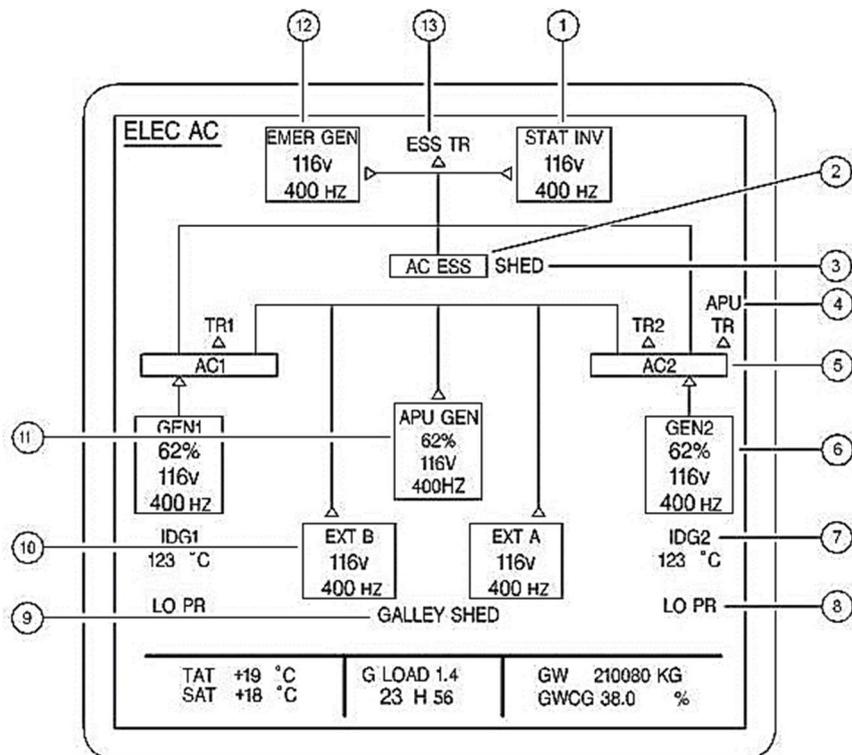


Рис.1.8. Мнемокадр параметров СЭС переменного тока.

На рис.1.8 представлены все возможные изображения источников электроэнергии переменного тока, однако одновременное их присутствие на мнемокадре невозможно.

(1). Статический преобразователь (статический инвертор) STAT INV.

Когда статический преобразователь исправен, но контакторы

разомкнуты, т.е. находится в ждущем режиме, выводится изображение белого цвета:

◁ **STAT INV**

Если статический преобразователь отказал, выводится изображение янтарного цвета:

**STAT INV**

Когда статический преобразователь подключен к шине AC ESS, выводится изображение:

◁ **STAT INV**  
116 V  
400 HZ

Надпись STAT INV отображается белым цветом.

Цифровая индикация выходного напряжения генератора (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 110В или больше 120В, отображается янтарным цветом.

Цифровая индикация частоты тока выходного напряжения генератора (в герцах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если частота меньше 390 Гц или больше 410 Гц, отображается янтарным цветом.

Треугольник отображается зеленым цветом при подключении к шине AC ESS.

(2). Аварийная шина переменного тока AC ESS (AC ESSential bus). Отображается зеленым цветом, если запитана, и белым цветом, если обесточена.

(3). Надпись SHED янтарного цвета выводится если шина AC ESS SHED BUS обесточена.

(4). Треугольные значки состояния выпрямителей APU TR, TR1, TR2 подсвечиваются белым цветом. При отказе выпрямителя или в случае ненормального тока подсвечиваются янтарным цветом.

(5). Основные шины переменного тока AC1 и AC2 (AC BUS1 и AC BUS2). Отображаются зеленым цветом, если запитаны, и белым цветом, если обесточены.

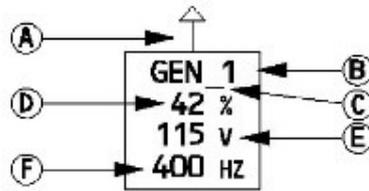
(6). Генераторы GEN 1(2).

- Если кнопка GEN отжата (подсвечивается надпись белого цвета OFF/R), выводится изображение:

**GEN 1**  
**OFF**

Надпись «GEN 1» янтарного цвета, а «OFF» белого цвета.

- Если кнопка GEN 1 нажата, выводится изображение:



(A). Стрелка отображается зеленым цветом, если генератор подключен к шине.

(B). Номер генератора 1(2) отображается белым цветом, если соответствующий авиадвигатель работает, и янтарным цветом, если авиадвигатель не работает.

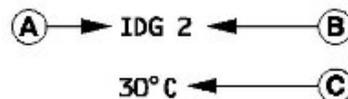
(C). Надпись GEN отображается белым цветом, если генератор работает, и янтарным цветом, если произошел отказ генератора или авиадвигатель не работает.

(D). Цифровая индикация нагрузки генератора (в %) отображается зеленым цветом, если нагрузка в норме. Если нагрузка превышает 108% более 10 секунд, отображается янтарным цветом

(E). Цифровая индикация выходного напряжения генератора (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 110В или больше 120В, отображается янтарным цветом.

(F). Цифровая индикация частоты выходного напряжения генератора (в герцах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если частота меньше 390 Гц или больше 410 Гц, отображается янтарным цветом.

(7). Индикация состояния приводов генераторов IDG 1 (2) (Integrated Drive Generator).



(A). Надпись IDG отображается белым цветом, если его состояние в норме. Если температура масла превышает 185°C, или если давление масла слишком мало, и если привод расцеплен, то надпись IDG - янтарного цвета.

(B). Номер привода 1(2) отображается белым цветом, если соответствующий авиадвигатель работает, и янтарным цветом, если авиадвигатель не работает.

(C). Индикация цифрового значения температуры масла IDG. Отображается зеленым цветом, если до 185°C (но мигает, если в диапазоне от 142°C до 185°C), или янтарным цветом, если превышает 185°C.

(8). Надпись LO PR янтарного цвета выводится при низком давлении масла IDG (не выводится при оборотах N2 меньше 14%).

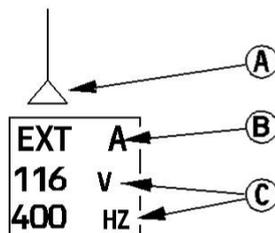
Если IDG расцеплен, выводится надпись янтарного цвета DISC.

(9). Индикация отключений (сброса) нагрузки производится белым цветом, в следующей очередности: COMMERCIAL OFF/GALLEY SHED/GALLEY PARTIALLY SHED.

(10). Внешние источники EXT A(B). Отображаются только на земле.  
Если внешний источник не доступен, белым цветом отображается:



Если внешний источник доступен, выводится изображение:



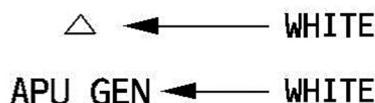
(A). Стрелка отображается зеленым цветом, если внешний источник подключен к шине, иначе цвет белый.

(B). Номер источника EXT A(B) отображается белым цветом.

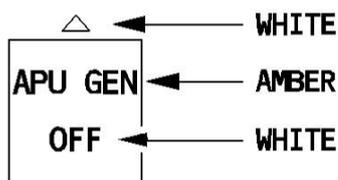
(C). Цифровая индикация выходного напряжения внешнего источника (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Цифровая индикация частоты тока внешнего источника (в герцах) отображается зеленым цветом, если значение в норме.

(11). Генератор APU GEN.

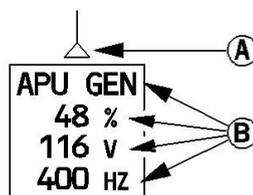
- Если кнопка APU MASTER SW отжата, выводится изображение:



- Если кнопка APU MASTER SW нажата, а кнопка APU GEN отжата, выводится изображение:



- Если кнопка APU MASTER SW нажата и кнопка APU GEN нажата, выводится изображение:



(A). Стрелка отображается зеленым цветом, если генератор подключен к шине, иначе треугольник белого цвета.

(B). Надпись APU GEN отображается белым цветом.

Цифровая индикация нагрузки генератора (в %) отображается зеленым цветом, если нагрузка в норме. Если нагрузка превышает 108% более 10 секунд, отображается янтарным цветом.

Цифровая индикация выходного напряжения генератора (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 110 В или больше 120 В, отображается янтарным цветом.

Цифровая индикация частоты тока выходного напряжения генератора (в герцах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если частота меньше 390 Гц или больше 410 Гц, отображается янтарным цветом.

(12). Аварийный генератор EMER GEN.

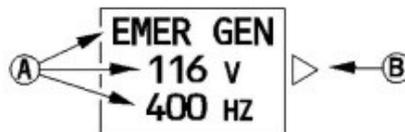
Когда аварийный генератор исправен, но контакторы разомкнуты, т.е. находится в режиме AUTO (ждущем режиме), выводится изображение белого цвета:

EMER GEN ▷

Если генератор отказал, выводится изображение янтарного цвета:

EMER GEN

Когда аварийный генератор подключен к шине AC ESS, выводится изображение:



(A). Надпись EMER GEN отображается белым цветом.

Цифровая индикация выходного напряжения генератора (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 110В или больше 120В, отображается янтарным цветом.

Цифровая индикация частоты тока выходного напряжения генератора (в герцах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если частота меньше 390 Гц или больше 410 Гц, отображается янтарным цветом.

(B). Треугольник отображается зеленым цветом при подключении к шине AC ESS.

(13). Треугольный знак состояния выпрямителя ESS TR подсвечиваются белым цветом. При отказе выпрямителя или в случае ненормального тока подсвечивается янтарным цветом.

### 1.3.2. Страница постоянного тока ELEC DC.

На рис.1.9 представлены изображения источников электроэнергии постоянного тока.

(1). Шина постоянного тока DC APU (DC APU BUS). Отображается зеленым цветом, если шина запитана, или белым цветом, если обесточена.

(2). Соединение шина-батарея DC APU-APU BAT.

Соединение не отображается, если батарея включена (кнопка нажата), но пока не подключена к шине DC APU (контактор разомкнут).

Когда контактор замыкается, батарея подключается к шине DC APU. Соединение отображается как зеленая стрелка вниз (зарядка батареи), или как

янтарная стрелка вверх (идет разряд батареи, т.е. батарея питает потребителей шины DC APU).

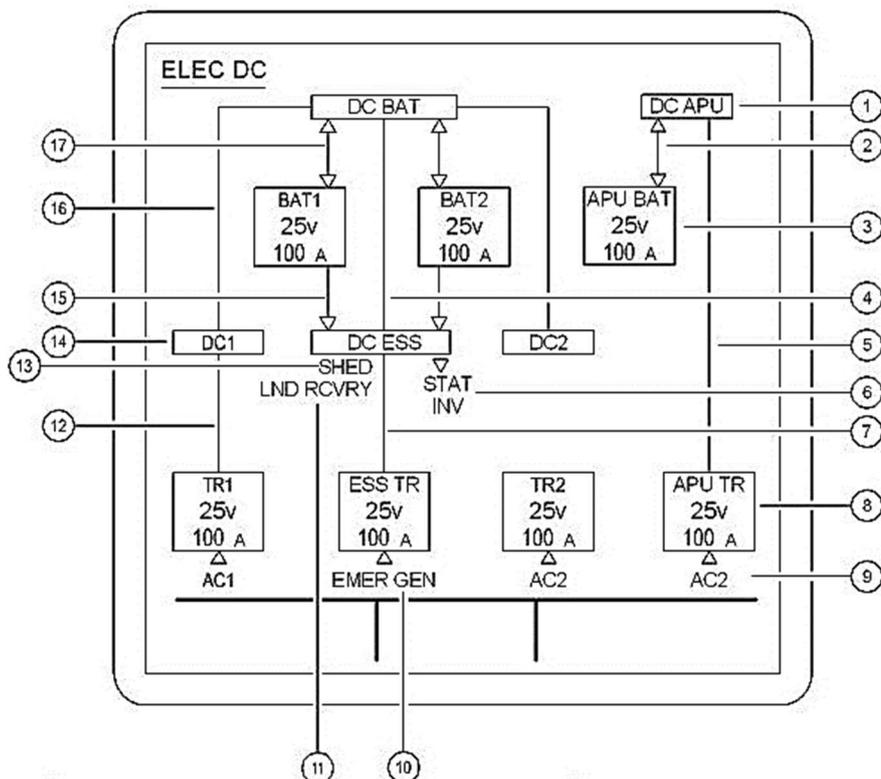
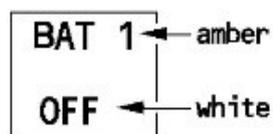


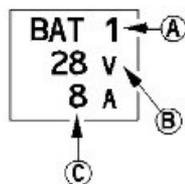
Рис.1.9. Мнемокадр параметров СЭС постоянного тока.

(3). Аккумуляторные батареи ВАТ1, ВАТ2, АРУ ВАТ.

Если кнопка включения батареи отжата, выводится изображение:



Если кнопка нажата, т.е. батарея находится в режиме АУТО (автоматически подключается или отключается), выводится изображение:



(А). Обозначение ВАТ 1 отображается белым цветом, батарея исправна, или янтарным цветом, если батарея отказала.

(В). Цифровая индикация напряжения батареи (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 25 В или больше 31 В, отображается янтарным цветом.

(С). Цифровая индикация тока батареи при зарядке или разряде (в

амперах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если ток разряда батареи больше 5 А, значение отображается янтарным цветом.

(4). Линия питания шины DC ESS от шины DC BAT.

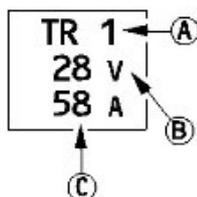
(5). Состояние контактора APU TR CONTACTOR подключения выпрямителя APU TR к шине DC APU.

(6). Состояние статического преобразователя (статического инвертора).

Если статический преобразователь исправен, надпись STAT INV выводится белым цветом, если отказал – янтарным цветом.

(7). Состояние контактора ESS TR CONTACTOR подключения выпрямителя ESS TR к шине DC ESS.

(8). Выпрямители TR1, TR2, ESS TR, APU TR.



(A). Обозначение выпрямителя TR 1.

Отображается белым цветом, выпрямитель исправен.

Отображается янтарным цветом, если напряжение или ток выпрямителя не в норме, или произошел отказ (перегрев, минимальный ток, перегрузка по току, обрыв или короткое замыкание).

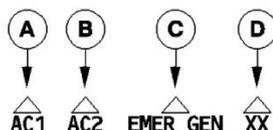
(B). Цифровая индикация напряжения выпрямителя (в вольтах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если напряжение меньше 25 В или больше 31 В, отображается янтарным цветом.

(C). Цифровая индикация тока (в амперах) отображается зеленым цветом, если значение в норме. Если ток меньше 2 А или произошел отказ выпрямителя, значение отображается янтарным цветом.

(9). Состояние источников питания выпрямителей TR 1, TR 2, APU TR.

Выводятся белым цветом треугольники и наименования шин переменного тока, от которых запитываются выпрямительные устройства. Если шины обесточены, отображаются янтарным цветом.

(10). Состояние источника питания выпрямителя ESS TR.



(A) Выводится белым цветом, если выпрямительное устройство ESS TR питается от шины AC 1.

(B) Выводится белым цветом, если выпрямительное устройство ESS TR питается от шины AC 2.

(C) Выводится белым цветом, если выпрямительное устройство ESS TR питается от аварийного генератора и он не неисправен. Если аварийный генератор неисправен, отображается янтарным цветом.

(D). Отображается янтарным цветом во всех остальных случаях (если выпрямитель ESS TR не запитан или информация не доступна).

(11). Надпись LND RCVRY зеленого цвета выводится, если кнопка LAND RECOVERY нажата.

(12). Состояние контактора TR1 (2) CONTACTOR подключения выпрямителя TR 1 (2) к шине DC 1(2).

(13). Надпись SHED янтарного цвета выводится, если шина DC ESS SHED BUS обесточена.

(14). Шины постоянного тока DC1, DC2, DC ESS, DC BAT. Отображаются зеленым цветом, если запитаны, и белым цветом, если обесточены.

(15). Соединение батарея-шина BAT 1(2)-DC ESS.

Соединение не отображается, если батарея включена (кнопка нажата), но пока не подключена к шине DC ESS (контактор разомкнут).

Когда контактор замыкается, батарея подключается к шине DC ESS. Соединение отображается как янтарная стрелка вниз (идет разряд батареи, т.е. батарея питает потребителей шины DC ESS).

(16). Линия питания шины DC BAT от основной шины DC 1(2).

(17). Соединение шина-батарея DC BAT- BAT 1(2).

Соединение не отображается, если батарея включена (кнопка нажата), но пока не подключена к шине DC BAT (контактор разомкнут).

Когда контактор замыкается, батарея подключается к шине DC BAT. Соединение отображается как зеленая стрелка вниз (зарядка батареи), или как янтарная стрелка вверх (идет разряд батареи, т.е. батарея питает потребителей шины DC BAT).

### 1.3.3. Страница автоматов защиты сети C/B (circuit breaker status).

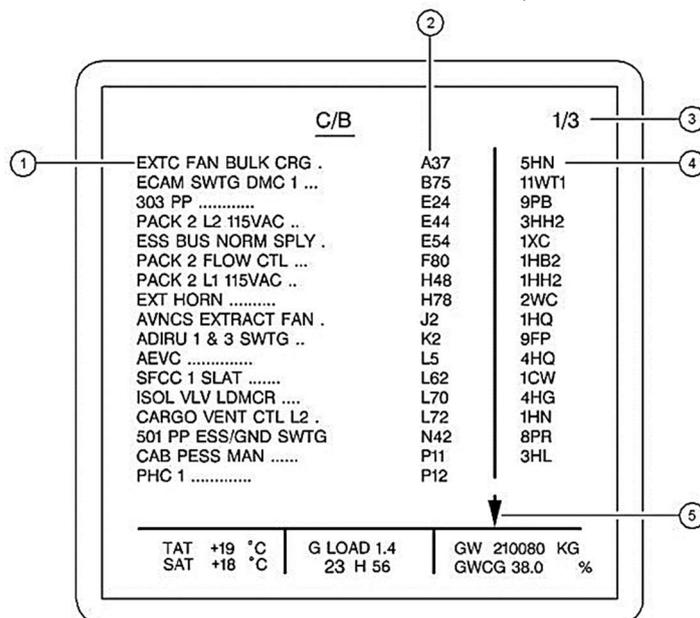


Рис.1.10. Мнемокадр статуса выключенных автоматов защиты C/B.

В кабине экипажа больше не размещают автоматы защиты сети С/В (Circuit Breakers) и большинство автоматов находятся в отсеке авионики. Для контроля за их состоянием предназначен компьютер Circuit Breaker Monitoring Unit (CBMU). Статус автоматов отображается на странице С/В.

На рис.1.10 показан вид страницы, когда выключены (или сработали) несколько автоматов защиты, т.е. находятся в открытом (open) положении.

(1). Индикация метки открытых автоматов защиты, выводится белым цветом. Сверху отображается последний отключенный автомат.

(2). Индикация расположения С/В в соответствии с буквенно-цифровой сеткой, выводится белым цветом.

(3). Индикация номера текущей страницы и общего количества страниц.

(4). Индикация номера функционального элемента FIN (Functional Item Number).

(5). Стрелка вниз индицирует переполнение страницы, если открыто более 18 автоматов. Листание страниц осуществляется кнопками С/В или CLEAR.

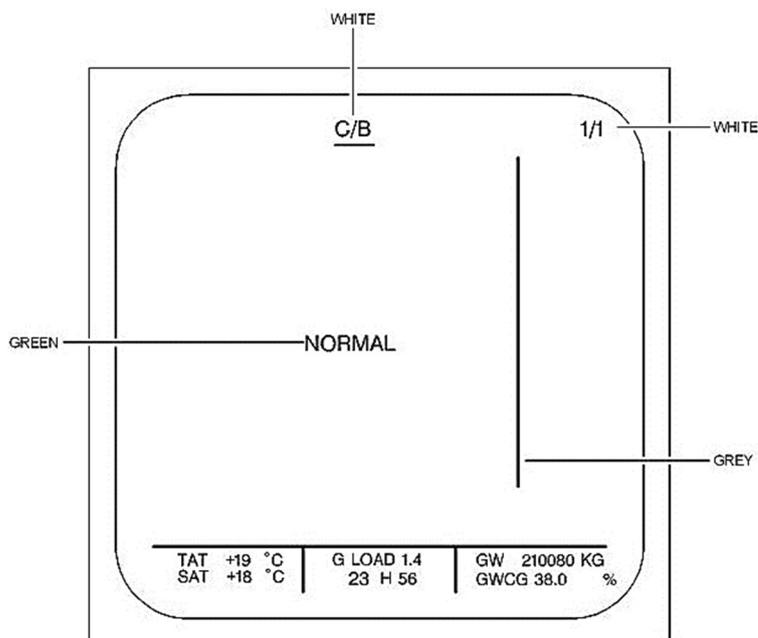


Рис.1.11. Мнемокадр статуса NORMAL автоматов защиты С/В.

На рис.1.11 показан вид страницы, когда все автоматы включены (закрыты), и выводится надпись зеленого цвета NORMAL.

#### 1.3.4. Страница параметров ВСУ.

На рис.1.12 показана страница параметров ВСУ, на которой отображаются параметры генератора ВСУ.

(9). Генератор ВСУ - APU Generator.

В прямоугольнике APU GEN отображается информация о генераторе ВСУ – нагрузка (%), напряжение (V) и частота тока (Hz).

Если значения параметров в допуске, они отображаются зеленым цветом.

Если какой-либо параметр находится вне диапазона, то соответствующее значение отображается янтарным цветом.

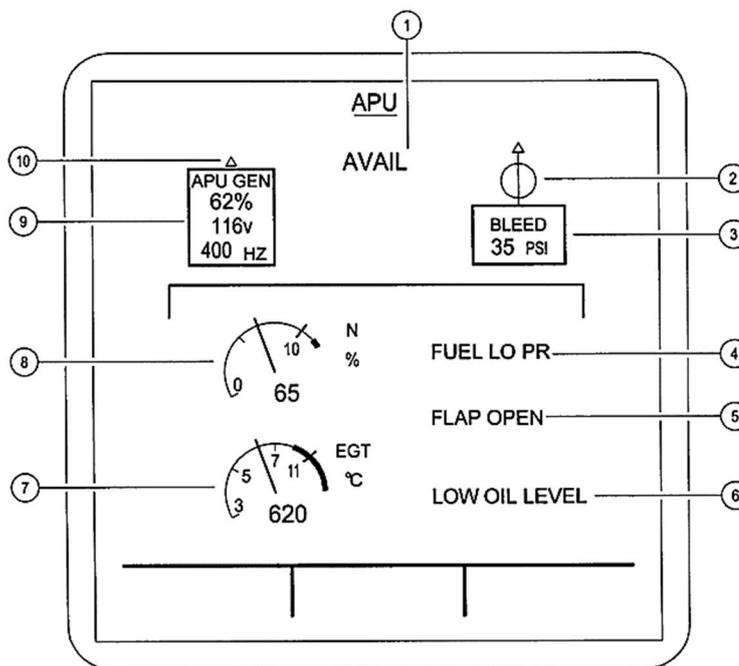


Рис.1.12. Мнемокадр параметров ВСУ.

(10). Индикация подключения генератора ВСУ.

Треугольник отображается зеленым цветом, когда нажата кнопка подключения к сети генератора ВСУ - APU GEN и генератор запитывает одну или несколько шин СЭС. Треугольник отображается белым цветом, если генератор ВСУ отключен.

## 2. Постановка «под ток» самолета от внешних источников электропитания

Рассмотрим процедуры запитывания электросети самолета Airbus A330 (постановка «под ток») от внешних источников А и В для задач технического обслуживания (по TASK 24-41-00-861-801-02 «Energize the Aircraft Electrical Circuits from the External Power A and B») и обесточивания электросети (по TASK 24-41-00-862-801-02 «De-energize the Aircraft Electrical Circuits from the External Power A and B»).

Во время выполнения работ необходимо обращать внимание на предупреждающую (WARNING) и предостерегающую (CAUTION) информацию.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

**ПРЕЖДЕ ЧЕМ ПОДАВАТЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ НА САМОЛЕТ**

УБЕДИТЕСЬ, ЧТО ВСЕ ЭЛЕКТРОЦЕПИ, КОТОРЫЕ НАХОДЯТСЯ В ОБСЛУЖИВАНИИ, ИЗОЛИРОВАНЫ. ПОДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА НИХ НЕЖЕЛАТЕЛЬНА И МОЖЕТ ПРЕДСТАВЛЯТЬ ОПАСНОСТЬ.

**ВНИМАНИЕ:** НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ НАЗЕМНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ МОЩНОСТЬЮ МЕНЕЕ 90 кВА.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНЕЕ МОЩНОГО БЛОКА:

- МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПЕРЕГРУЗКЕ НАЗЕМНОГО ЭНЕРГОбЛОКА;
- МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПЕРЕЗАГРУЗКЕ МНОГИХ КОМПЬЮТЕРОВ НА САМОЛЕТЕ.

## 2.1. Запитывание электросети самолета от внешних источников А и В.

**Примечание.** Существуют альтернативные методы для этой процедуры. Эта лишь один из методов.

При работе необходимо использовать приспособление - ремни для удерживания силового кабеля.

### 2.1.1. Подготовка к работе.

А. Прикрепите удерживающие ремни (CABLE HOLDING STRAP) к силовым кабелям.

В. Откройте дверцу доступа 121EL, чтобы получить доступ к внешним розеткам питания и панели 925VU.

С. Прикрепите карабины на лямки, которые держат кабели, для установки на фюзеляже самолета.

### **ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

ПЕРЕД ПРИСОЕДИНЕНИЕМ НАЗЕМНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ К ВНЕШНЕЙ РОЗЕТКЕ САМОЛЕТА УБЕДИТЕСЬ, ЧТО ВНЕШНИЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ НЕ ВКЛЮЧЕН. ЕСЛИ ОН ЗАПИТАН, Т.Е. ОПАСНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ.

### **ВНИМАНИЕ:**

УБЕДИТЕСЬ, ЧТО КАБЕЛЬНЫЙ РЕМЕНЬ (CABLE HOLDING STRAP) ПОДДЕРЖИВАЕТ ВЕСЬ ВЕС КАБЕЛЯ ПРИ ПОДКЛЮЧЕНИИ РАЗЪЕМА. ЭТО ПРЕДОТВРАЩАЕТ ПОВРЕЖДЕНИЕ ВНЕШНЕГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ.

Д. Подключение разъемов.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** перед подключением проверьте внешний источник питания, кабель и внешние розетки питания. Если вы обнаружили коррозию, или повреждение, или не выровненные контакты, замените внешние розетки питания.

Подключите разъемы наземных силовых установок к внешним силовым розеткам самолета.

2.1.2. Процедура подключения электрических сетей ВС к наземным источникам питания А и В.

**ВНИМАНИЕ:**

ПЕРЕД ЗАПУСКОМ НАЗЕМНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ УБЕДИТЕСЬ, ЧТО РАЗЪЕМ НАЗЕМНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ ПРАВИЛЬНО ПОДКЛЮЧЕН К ВНЕШНЕЙ РОЗЕТКЕ ПИТАНИЯ. СУЩЕСТВУЕТ РИСК ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ, ЕСЛИ РАЗЪЕМ НЕПРАВИЛЬНО ПОДКЛЮЧЕН.

ПРИМЕЧАНИЕ: перед подключением проверьте заземление ВС.

(1). Убедитесь, что на панели 235VU:

- кнопки GEN 1, GEN 2, APU GEN, BUS TIE, AC ESS FEED и COMMERCIAL находятся в нажатом положении;

- все остальные кнопки находятся в отжатом положении.

(2). Убедитесь, что на панели 212VU:

- кнопки EXTRACT и CAB FANS находятся в нажатом положении.

(3). Запустите наземный источник питания, следуя его инструкциям.

(4). Если схема силовой защита работает корректно, тогда:

- на панели 925VU загорятся лампы-индикаторы EXT PWR A NOT IN USE, EXT PWR A AVAIL, EXT PWR B NOT IN USE, EXT PWR B AVAIL;

- на панели 235VU на кнопках EXT A и EXT B появится надпись зеленого цвета AVAIL.

(5). На панели 235VU нажмите кнопку EXT A:

- надпись AVAIL погаснет;

- надпись ON загорится.

(6). На панели 235VU появятся надписи:

- FAULT на кнопках GEN 1 и GEN 2;

- OFF на кнопках BAT 1, BAT 2 и APU BAT;

- OFF на кнопке GALLEY.

(7). На панели 925VU:

- погаснет белый индикатор EXT PWR A NOT IN USE.

(8). Убедитесь, что на панели 212VU надпись FAULT на кнопке EXTRACT не горит. Это означает, что вентиляция стойки с электронной аппаратурой работает корректно.

(9). На панели 235VU нажмите кнопку EXT B:

- надпись AVAIL погаснет;

- надпись AUTO загорится.

(10). Выполните процедуру запуска системы электронной индикации EIS (включите только дисплеи EWD DU и SD DU).

(11). На панели управления ECAM нажмите кнопку EL/AC и проверьте на дисплее SD, что:

- внешний источник EXT A запрашивает шину AC2;

- внешний источник EXT B запрашивает шину AC1.

(12). На панели 235VU нажмите кнопки BAT 1, BAT 2, APU BAT:

- надписи OFF погаснут.

## 2.2. Отключение электросети самолета от внешних источников питания А и В.

### 2.2.1. Процедура отключения.

(1) На панели 235VU нажмите и отпустите кнопки BAT 1, BAT 2 и APU BAT:

- на кнопках загораются надписи OFF.

(2) На панели 235VU нажмите и отпустите кнопку EXT B:

- погаснет надпись AUTO;

- загорается надпись AVAIL.

(3) На панели 235VU нажмите и отпустите кнопку EXT A:

- погаснет надпись ON;

- загорается надпись AVAIL.

(4) Выполните процедуру останова системы электронной индикации EIS.

(5) Электрические цепи самолета должным образом обесточены, если:

(a) На панели 235VU эти исчезают надписи:

- FAULT на кнопках GEN 1 и GEN 2;

- OFF на кнопках BAT 1, BAT 2 и APU BAT;

- OFF на кнопке GALLEY.

(b) На панели 925VU загораются световые индикаторы EXT PWR A NOT IN USE, EXT PWR A AVAIL, EXT PWR B NOT IN USE и EXT PWR B AVAIL.

### 2.2.2. Заключительные операции.

А. Соблюдая инструкции, приведенные для наземных блоков питания, остановите наземные блоки питания:

(1) На панели 235VU надписи на всех кнопках не отражаются.

(2) На панели 925VU все световые индикаторы не горят.

#### **ВНИМАНИЕ:**

ПЕРЕД ОТСОЕДИНЕНИЕМ РАЗЪЕМА НАЗЕМНОГО БЛОКА ПИТАНИЯ ОТКЛЮЧИТЕ ЕГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЕ. ИНАЧЕ МОЖЕТ ПРОИЗОЙТИ ОПАСНОЕ ДУГООБРАЗОВАНИЕ.

В. Отсоедините разъемы наземных блоков питания от внешних розеток.

С. Если батареи подключены к сети воздушного судна (нажаты кнопки BAT), и если генераторы не под напряжением, когда наземные блоки питания отключены от внешних силовых розеток, активируется звуковой сигнал, расположенный в нише носового шасси, как только заряд батарей достигнет минимального уровня.

Д. Отсоедините карабины от фитингов на фюзеляже.

**Примечание.** После проведения технического обслуживания отсоедините все кабели заземления.

Е. Закройте дверцу доступа 121EL.

### 3. Выполнение лабораторной работы

Лабораторная работа выполняется в компьютерном тренажерном классе авиационного тренажера типа MTD (Maintenance Training Device) для обучения техническому обслуживанию самолета Airbus A330 и на процедурном авиационном тренажере типа TST (Touch Screen Trainer) полноразмерной имитации кабины экипажа самолета Airbus A330.

В тренажерном классе компьютеры на рабочих местах оснащены программным обеспечением, в которое входят электронные версии технической документации (АММ, ТSM и др.), обучающие презентации, а также виртуальной копией самолета, позволяющей выполнять наземные операции технического обслуживания и пилотирование самолета по приборам (без визуализации).

Процедурный тренажер включает интерактивные 2D виртуальные панели (Touch Screen), имитирующие различные элементы кабины самолета, а также некоторые реальные аппаратные средств (MCDU, FCU, и др.). Тренажер позволяет проводить процедуры технического обслуживания и пилотирование по приборам (без визуализации).

#### 4. Задание к работе

4.1. Изучить состав и размещение агрегатов СЭС самолетов Airbus A330/A340-200/300.

4.2. Изучить процедуры постановки «под ток» самолета от внешних источников электропитания.

4.3. Получить практические навыки по работе с СЭС в различных режимах.

4.4. Изучить на мнемокадрах ЕСАМ индикацию параметров СЭС.

#### 5. Выполнение работы

5.1. В тренажерном классе на рабочих местах:

- произвести смотровые работы компонентов СЭС на виртуальном самолете;

- запитать электросети самолета от внешних источников А и В;
- включить дисплеи системы индикации параметров самолета ЕСАМ;
- изучить индикацию (мнемокадры) параметров СЭС на страницах;
- при необходимости подключить аварийный генератор от гидросистемы;
- отключить электросети самолета от внешних источников питания А и В.

5.2. На процедурном тренажере:

- запитать электросети самолета от внешних источников А и В;
- включить дисплеи системы индикации параметров самолета ЕСАМ;
- изучить индикацию (мнемокадры) параметров СЭС на страницах;

- при необходимости подключить аварийный генератор от гидросистемы;
- отключить электросети самолета от внешних источников питания А и В.

### **6. Содержание отчета по лабораторной работе**

Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- краткие сведения об источниках СЭС;
- перечень осмотренных компонентов СЭС с указанием названий (на английском и русском языках), обозначений и номеров в соответствии с АММ;
- перечень параметров СЭС, отображаемых системой электронной индикации;
- номера задач (TASK), использованных в работе;
- заключение о техническом состоянии СЭС.

### **7. Контрольные вопросы**

1. Назначение СЭС.
2. Состав и размещение компонентов СЭС на борту.
3. Перечислите источники переменного тока?
4. Перечислите источники постоянного тока?
5. Перечислите аварийные источники электроснабжения?
6. Где размещены элементы управления СЭС?
7. На каких страницах ЕСАМ отображаются параметры СЭС?
8. Что отображается на странице ЕСАМ переменного тока?
9. Что отображается на странице ЕСАМ постоянного тока?
10. Для чего служит привод постоянных оборотов?
11. Какие меры предосторожности необходимо соблюдать при подключении наземных источников электропитания?
12. Пояснить процедуру запитывания электросети самолета (постановку «под ток») от внешних источников А и В для задач технического обслуживания?

### **8. Список литературы и документации**

1. Руководство по технической эксплуатации СЭС самолета Airbus A320 АММ АТА 24 (Electrical Power).
2. Руководство по технической эксплуатации СЭС самолета Airbus 330/340 АММ АТА 24 (Electrical Power).
3. Training Manual Airbus A330 АТА 24 (Electrical Power).
4. «Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Общие требования и нормы качества электроэнергии», ГОСТ Р 54073-2010.