

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

"Утверждаю"  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ В.В. Криницин  
" 27 " марта 2008 г.

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Системы электроснабжения воздушных судов

СД.04

(Наименование, шифр по ГОС)

Специальность (специализация) \_\_\_\_\_ 160903  
(Шифр по ГОС)

Факультет \_\_\_\_\_ Авиационных систем и комплексов

Кафедра \_\_\_\_\_ Электротехники и авиационного электрооборудования

Курс \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ Форма обучения \_\_\_\_\_ Очная \_\_\_\_\_ Семестры \_\_\_\_\_ 8 \_\_\_\_\_

Общий объем учебных часов \_\_\_\_\_ 100 \_\_\_\_\_ (ч.)

Лекции	36	(ч.)
Практические занятия	-	(ч.)
Лабораторные занятия	20	(ч.)
Самостоятельная работа	44	(ч.)
Курсовой проект	-	(курс, семестр)
Курсовая работа	-	(курс, семестр)
Контрольное домашнее задание (контрольная работа для заочной формы обучения)	-	(курс, семестр)
Зачет	-	(курс, семестр)
Экзамен	4, 8	(курс, семестр)

Москва, 2008 г.

Рабочая программа составлена на основании примерной учебной программы дисциплины и в соответствии с Государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускника по специальности 160903

Рабочую программу составил:

Савелов А.А., доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры,  
протокол № 5 от " 22 " января 2008 г.

Заведующий кафедрой:

Артеменко Ю.П., доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена методическим советом по специальности 160903  
"Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов".

Протокол № 4 от " 27 " марта 2008 г.

Председатель методического совета:

Константинов В.Д., профессор, к.т.н. \_\_\_\_\_

Рабочая программа согласована с Учебно-методическим управлением (УМУ).

Начальник УМУ:

Логачев В.П. \_\_\_\_\_

## 1. Цель и задачи дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Дисциплина «Системы электроснабжения воздушных судов» имеет цель дать студентам специальности 160903 знания по теории электроснабжения летательных аппаратов, принципам построения систем генерирования и распределения электрической энергии, анализу режимов их работы, особенностям конструктивного исполнения, а также практические навыки эксплуатации систем электроснабжения воздушных судов (ВС), необходимые для дальнейшего изучения и эксплуатации авиационной техники.

Дисциплина основывается на знании студентами "Электротехники", "Авиационных электрических машин", "Электроники", предусматривает умение студентов пользоваться аппаратом высшей математики.

### 1.2. Задачи изучения дисциплины (необходимый комплекс знаний и умений):

В результате изучения дисциплины студент должен:

#### 1.2.1. Иметь представление;

- о критериях оценки систем электроснабжения;
- о методах расчета электрических сетей;
- о системах электроснабжения зарубежных ВС;
- об истории и перспективах развития электроснабжения ВС

#### 1.2.2. Знать:

- технические требования к системам электроснабжения летательных аппаратов;
- принцип действия, особенности конструкции и эксплуатационные характеристики элементов систем электроснабжения;
- влияние состояния системы электроснабжения на безопасность полетов;
- состав, размещение и особенности эксплуатации систем электроснабжения;
- методы анализа процессов, происходящих в авиационных системах генерирования и преобразования электрической энергии.

#### 1.2.3. Уметь:

- проводить анализ состояния и причин отказов систем электроснабжения;
- производить настройку и регулировку систем электроснабжения и их элементов;
- проводить анализ статических характеристик, устойчивости и качества переходных процессов в системах генерирования;
- оценивать соответствие систем электроснабжения требованиям авиационных правил и государственным стандартам.

## 2. Содержание дисциплины.

## 2.1. Наименование разделов, подразделов и тем, объемы в часах.

Содержание лекций, ссылки на литературу.

Раздел 00.00. Введение.

Лекция 00.01 Вводная лекция (2 часа) Л [3.1.1.]

Основные понятия и определения дисциплины и методика ее изучения.

Рекомендуемая литература. Предъявляемые требования.

Роль знаний и интеллектуальной деятельности в повышении экономической мощи государства.

Краткая история развития электрооборудования воздушных судов (ВС). Роль отечественных ученых в развитии авиационного электрооборудования. Типовые системы электроснабжения (СЭС) ВС. Требования к СЭС: ГОСТ 19705-89, АП.

### Блок 1

Раздел 01. Системы генерирования электроэнергии.

Тема 01.01. Химические источники электрической энергии. (4 часа).

Лекция 01.01.01. Основные характеристики химических источников тока. Назначение, электрохимические системы, электрические характеристики: ЭДС, напряжение, внутреннее сопротивление, емкость, саморазряд, удельные характеристики. Свинцовые аккумуляторные батареи: конструкция, характеристики. Л [3.1.1, гл.8.1,8.2]

Лекция 01.01.02. Никель-кадмиевые аккумуляторные батареи (АБ). Устройство, электрические характеристики. Тепловой разгон АБ. Серебряно-цинковые АБ. Бортовые устройства для заряда АБ. Эксплуатация аккумуляторных батарей. Л [3.1.1, гл.8.3,8.6]

Тема 01.02. Регулирование частоты тока синхронных генераторов (8 часов).

Лекция 01.02.01. Привод авиационных генераторов. Классификация приводов, непосредственный привод генераторов от авиадвигателей. Принцип действия и характеристики пневмомеханических приводов. Л [3.1.1, гл.1.1,1.2]

Лекция 01.02.02. Принцип действия и уравнение механической характеристики гидромеханического привода, особенности интегральных приводов. Л [3.1.1, гл.1.3]

Лекция 01.02.03. Регулирование угловой скорости и частоты тока синхронных генераторов. Требования к точности стабилизации частоты. Уравнение регулятора угловой скорости. Уравнение корректора частоты. Л [3.1.1, гл.2.1,2.2]

Лекция 01.02.04. Статика и динамика процессов регулирования частоты. Уравнение привода как объекта регулирования частоты. Структурная схема регулирования частоты. Устойчивость и качество процессов регулирования частоты. Л [3.1.1, гл.2.3,2.4]

### Блок 2

Тема 01.03. Регулирование напряжения авиационных генераторов (12 часов).

Лекция 01.03.01. Требования к точности поддержания напряжения. Типы регуляторов напряжения. Измерительные органы регуляторов напряжения и схемы их включения: через выпрямитель, через фильтр прямой последовательности. Л [3.1.1, гл.3.3]

Лекция 01.03.02. Регулятор напряжения на магнитных усилителях (БРН-208): принцип действия, передаточная функция. Тиристорный регулятор напряжения (БРН-120): принцип действия, передаточная функция. Л [3.1.1, гл.3.4,3.6]

Лекция 01.03.03. Транзисторные регуляторы напряжения. Структурная схема. Регулятор РНТ-115. Принцип действия и основные соотношения угольного регулятора напряжения. Л [3.1.1, гл.3.5,3.7]

Лекция 01.03.04. Генератор переменного тока как объект регулирования напряжения (основные уравнения). Структурная схема системы регулирования напряжения. Условия устойчивости, статическая ошибка системы регулирования напряжения. Л [3.1.1, гл.4.1,4.2]

Лекция 01.03.05. Генератор постоянного тока как объект регулирования напряжения. Анализ статики и динамики процессов регулирования напряжения генераторов постоянного тока на примере угольного регулятора напряжения. Методы повышения точности и устойчивости системы регулирования. Л [3.1.1, гл.4.3,4.4]

Лекция 01.03.06. Цифровые регуляторы напряжения. Структурная схема. Анализ основных характеристик: частота квантования АЦП, допустимое запаздывание цифрового регулятора, оценка разрядности АЦП. Л [3.1.1, гл.15.2]

Тема 01.04. Автоматизация распределения нагрузок при параллельной работе генераторов (4 часа).

Лекция 01.04.01. Требования по точности распределения нагрузок между генераторами при параллельной работе. Методы распределения нагрузок: метод мнимого статизма, статических характеристик. Включение уравнительных обмоток генераторов постоянного тока. Л [3.1.1, гл.6.2]

Лекция 01.04.02. Параллельная работа генераторов постоянного тока (схема включения). Влияние неидентичности агрегатов и параметров сети на равномерность распределения нагрузок при параллельной работе генераторов Л [3.1.1, гл.6.6]

Раздел 02. Системы распределения электрической энергии. Автоматизация управления каналами генерирования.

Тема 02.01. Системы распределения электрической энергии (4 часа).

Лекция 02.01.01. Состав системы распределения. Классификация электрических сетей. Самолетные провода. Падение и потеря напряжения в сети. Расчет электрической сети по критерию минимальной массы проводникового материала. Л [3.1.1, гл.12.1,12.2]

Лекция 02.01.02. Коммутационная и защитная аппаратура электрических сетей. Аппаратура максимально-токовых защит, амперсекундные характеристики плавких предохранителей и тепловых автоматов защиты. БАЗК: функции, устройство, характеристики. Л [3.1.1, гл.12.3,12.4]

Тема 02.02. Автоматизация управления каналами генерирования (2 часа).

Лекция 02.02.01. Управление вторичной системой электроснабжения (блок БЗУВУ). Управление каналом генерирования, логические уравнения включения возбуждения и контактора нагрузки. Подключение наземных источников к борсети. Блок БКНА: функции, логические уравнения, схемотехника защит от повышения и понижения напряжения. Л [3.1.1, гл.9.1,9.2]

### 2.3. Перечень лабораторных работ (занятий), их объем.

- ЛР 1. Изучение коммутационной и защитной аппаратуры. (4 часа)
- ЛР 2. Изучение и исследование процессов автоматического регулирования напряжения генераторов постоянного тока . (4 часа)
- ЛР 3. Изучение электромашинных преобразователей постоянного тока в переменный. (4 часа)
- ЛР 4. Изучение первичной системы электроснабжения самолета ТУ-154. (4 часа)
- ЛР 5. Изучение вторичной системы электроснабжения самолета ТУ-154. (4 часа)

### 3. Учебно-методические материалы по дисциплине.

#### 3.1. Основная и дополнительная литература (эталонный комплект)

Основная литература.

3.1.1. Синдеев И.М. Савелов А.А. Системы электроснабжения воздушных судов. - М.: Транспорт, 1990.

3.1.2. Брускин Д.Э. Синдеев И.М. Электроснабжение летательных аппаратов. - М.: Высшая школа, 1988.

Литература по выполнению лабораторных работ

3.1.3. Савелов А.А. Системы электроснабжения воздушных судов. Пособие по выполнению лабораторных работ. Ч.1. – М: МГТУГА, 2003.

3.1.4. Савелов А.А. Системы электроснабжения воздушных судов. Пособие по выполнению лабораторных работ. Ч.2. - М.: МГТУГА, 2003.

3.1.5. Савелов А.А. Системы электроснабжения воздушных судов. Пособие по выполнению лабораторных работ. Ч.3. - М.: МГТУГА, 2001.

Дополнительная литература.

3.1.6. ГОСТ 19705-89. Системы электроснабжения самолетов и вертолетов. Требования к качеству электроэнергии.

#### 4. Рекомендуемые электронные учебные материалы по дисциплине (порталы и сайты в Интернет, компьютерные системы обучения и контроля знаний студентов, учебные материалы на CD,DVD и т.п.):

Сайты производителей элементов систем электроснабжения: Головным производителем систем электроснабжения и различного электрооборудования для отечественных воздушных судов является Аэроэлектромаш (<http://aeroem.ru> /)

Сайты зарубежных производителей Фирма Hamilton Sundstrand (США) (<http://www.hamiltonsundstrand.com>) производит: генераторы, интегральные привод генераторы, стартер генераторы, статические преобразователи, системы управления распределением нагрузок, аварийные самолетные ветрогенераторы, аппаратуру управления и защиты. Фирма ECE концерна Zodiac ([www.ece.zodiac.com](http://www.ece.zodiac.com)) размещается в Париже и производит: коммутационную аппаратуру, системы распределения энергии, светосигнальное оборудование.

Программы моделирования электрических и электронных цепей:

Electronics WorkBench, Multisim 2001