

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

Электрические машины

ОПД.В.02

(Наименование, шифр по ГОС)

Специальность (специализация) _____ 160903
(Шифр по ГОС)

Факультет _____ Авиационных систем и комплексов

Кафедра _____ Электротехники и авиационного электрооборудования

Курс _____ 3 _____ Форма обучения _____ Очная _____ Семестры _____ 5 _____

Общий объем учебных часов _____ 60 _____ (ч.)

Лекции	20	(ч.)
Практические занятия	-	(ч.)
Лабораторные занятия	16	(ч.)
Самостоятельная работа	24	(ч.)
Курсовой проект	-	(курс, семестр)
Курсовая работа	-	(курс, семестр)
Контрольное домашнее задание (контрольная работа для заочной формы обучения)	-	(курс, семестр)
Зачет	-	(курс, семестр)
Экзамен	3, 5	(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:

Сапожникова Е.Ж., 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 "Электрические машины" (ЭМ) имеет цель дать студентам знания в области теории, принципов построения конструкций и практические навыки эксплуатации электрических машин, необходимые для дальнейшего изучения и эксплуатации авиационной техники.

Дисциплина базируется на глубоком знании студентами физики, высшей математики и электротехники.

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

В результате изучения дисциплины студент должен

1.2.1. Иметь представление

- об основных свойствах материалов, применяемых в современном электромашиностроении;

- о методах анализа свойств электрических машин, основанных на применении вычислительной техники.

1.2.2. Знать

- принцип действия, особенности конструкции основных типов электрических машин;

- основные методы анализа свойств электрических машин.

1.2.3. Уметь

- производить лабораторные испытания машин и получение их рабочих характеристик;

- распознавать неисправности при различного рода отказах и устранять их.

2. Содержание дисциплины

2.1. Наименования разделов (тем), объем в часах. Содержание лекций

00.00. Введение.

Содержание дисциплины ЭМ и методика ее изучения. Рекомендуемая литература. Предъявляемые требования.

Роль знаний и интеллектуальной деятельности в повышении экономической мощи государства.

Роль и значение электрических машин в современной технике. Краткая история развития электрических машин. Области применения и общая характеристика основных типов электрических машин.

Современные тенденции и перспективы развития электромашиностроения. Роль отечественных ученых в развитии электрических машин.

Раздел 01. Электрические машины постоянного тока.

Тема 01.01. Принцип действия, конструкция, магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и при нагрузке, коммутация машин постоянного тока. (4 часа).

Лекция 01.01.01. Принцип действия, элементы конструкции электрических машин постоянного тока, магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе Л [3.1.1, гл.1-3].

Принцип действия машин постоянного тока. Процесс выпрямления переменной во времени ЭДС в обмотке якоря в постоянную. Преобразование энергии в электрической машине. Генераторный и двигательный режим работы. Принцип обратимости.

Основные элементы конструкции электрических машин постоянного тока. Обмотки машин постоянного тока: петлевые и волновые обмотки, образование параллельных ветвей в обмотке якоря, условия симметрии обмоток, уравнивательные соединения.

ЭДС, электромагнитный момент и электромагнитная мощность машины постоянного тока.

Основные участки магнитной цепи электрической машины постоянного тока. Распределение магнитного поля в воздушном зазоре машины постоянного тока при холостом ходе. Расчет магнитной цепи по участкам. Полная МДС обмотки возбуждения при холостом ходе. Магнитная характеристика машины. ЭДС обмотки якоря при холостом ходе. Коэффициент насыщения магнитной цепи.

Лекция 01.01.02. Магнитное поле машины постоянного тока при нагрузке, коммутация машин постоянного тока Л [3.1.1, гл. 4, 5,6].

Реакция якоря и образование результирующего поля при нагрузке электрической машины постоянного тока. Поперечная реакция якоря в ненасыщенной и насыщенной машинах. Линейная нагрузка. Переходная характеристика. Продольная реакция якоря, ее влияние на ЭДС машины. Компенсационная обмотка.

Основы теории коммутации. Сущность коммутационного процесса. Линейная, ускоренная и замедленная коммутация. Способы улучшения коммутации. Щетки и их характеристики. Коммутационная реакция якоря.

Тема 01.02. Генераторы и двигатели постоянного тока (4 часа).

Лекция 01.02.03. Классификация, основные соотношения, характеристики, область применения генераторов и двигателей постоянного тока Л [3.1.1, гл.8, гл.10 (10.1...10.6, 10.11,10.12)].

Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия и процесс самовозбуждения генератора с параллельным возбуждением. Номинальные данные генераторов, основные соотношения, характеризующие их работу. Характеристики генератора. Энергетическая диаграмма генератора.

Классификация двигателей постоянного тока, их основные технические и эксплуатационные данные. Основные соотношения, характеризующие их работу. Энергетическая диаграмма двигателей постоянного тока различных способов возбуждения. Характеристики двигателей постоянного тока параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

Лекция 01.02.04. Пуск, торможение, регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Потери, КПД, нагрев и охлаждение электрических машин Л [3.1.1, гл.10 (10.7...10.10, 10.13...10.17), гл.11; Л2, гл.6].

Способы пуска двигателей постоянного тока. Понятия о методах регулирования частоты вращения, торможения и реверсирования двигателей постоянного тока. Условия устойчивой работы.

Классификация потерь. Методы определения потерь. Коэффициент полезного действия. Условия получения максимального КПД. Режимы работы электрических машин (с точки зрения нагрева). Допустимые пределы перегрева. Способы охлаждения электрических машин и их сравнительные характеристики.

Раздел 02. Трансформаторы.

Тема 02.03. Однофазный трансформатор (2 часа).

Лекция 02.03.05. Принцип действия, устройство и элементы конструкции трансформатора. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Работа трансформатора под нагрузкой Л [3.1.1, гл.12-14, 17, 18].

Принцип действия однофазного трансформатора, рабочий процесс, ЭДС обмоток, коэффициент трансформации, явление магнитного рассеивания. Режим холостого хода трансформатора. Схема замещения и векторная диаграмма. Параметры трансформатора при холостом ходе.

Основные принципы приведения вторичной цепи к первичной и параметры приведенного трансформатора. Уравнения ЭДС и МДС приведенного трансформатора. Схема замещения. Векторные диаграммы при различных по характеру нагрузках. Напряжение короткого замыкания. Треугольник короткого замыкания. Изменение вторичного напряжения, внешняя характеристика трансформатора.

Тема 02.04. Трехфазные трансформаторы (2 часа).

Лекция 02.04.06. Устройство трехфазных трансформаторов, МДС, группы соединений Л [3.1.2, гл.15].

Устройство трехфазных трансформаторов, магнитодвижущие силы. Магнитные системы трехфазных трансформаторов. Высшие гармоники в кривых намагничивающего тока и ЭДС. Влияние на высшие гармоники способа соединения обмоток. Группы соединений обмоток трехфазных трансформаторов. Основные группы, векторные диаграммы. Производные группы. Стандартные способы соединения обмоток.

Раздел 03. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока.

Тема 03.05. Классификация электрических машин переменного тока, устройство, область применения, обмотки, их ЭДС и МДС (2 часа).

Лекция 03.05.07. Основные типы электрических машин переменного тока. Образование вращающегося магнитного поля. Обмотки машин переменного тока и наведение в них ЭДС. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока. Индуктивные сопротивления обмоток Л [3.1.2, гл.1 (1.1, 1.12), гл.2-5].

Принцип действия и устройство основных типов электрических машин переменного тока. Образование вращающегося магнитного поля: поле однофазной, трехфазной, двухфазной обмоток.

Основные типы якорных обмоток машин переменного тока. ЭДС в обмотках машин переменного тока при синусоидальном поле. ЭДС проводника, витка, катушки, катушечной группы, фазы, трехфазной обмотки. Обмоточные коэффициенты. ЭДС обмотки при несинусоидальном поле. Высшие гармоники в кривой ЭДС. Способы уменьшения высших гармоник ЭДС. Влияние способа соединения трехфазных обмоток на величину и форму ЭДС при несинусоидальном поле.

МДС обмотки переменного тока в однофазной и многофазной машинах. МДС катушки, катушечной группы, фазы, трехфазной обмотки. Высшие пространственные гармоники МДС. Индуктивные сопротивления обмоток переменного тока.

Раздел 04. Асинхронные электрические машины.

Тема 04.06. Принцип действия, конструкция асинхронных электрических машин, основные соотношения, режимы работы, характеристики (2 часа).

Лекция 04.06.08. Принцип действия, конструктивное исполнение асинхронных машин. Основные соотношения для асинхронной машины при неподвижном и вращающемся роторе. Электромагнитный момент асинхронной машины. Механическая характеристика Л [3.1.2, гл.1 (1.4, 1.9...1.11), гл.18, 19, 20].

Принцип действия асинхронной машины, конструкция, назначение и область применения. Основные соотношения и режимы работы. Режим холостого хода при неподвижном роторе, режим короткого замыкания.

Основные явления в асинхронной машине при вращении ротора. Уравнения для цепей статора и ротора. Нагрузочный режим асинхронного двигателя. Схемы замещения и векторные диаграммы. Определение параметров схем замещения. Энергетические диаграммы.

Зависимость электромагнитного момента асинхронной машины от скольжения и сопротивления ротора. Анализ формулы моментов. Механическая характеристика асинхронной машины. Электрические потери в обмотке ротора и их связь с электромагнитной мощностью. Пусковой, максимальный и номинальный моменты. Кратность пускового момента и перегрузочная способность авиационного асинхронного двигателя. Критическое скольжение. Устойчивость работы асинхронного двигателя.

Раздел 05. Синхронные электрические машины.

Тема 05.07. Принцип работы синхронной машины. Реакция якоря. Основные характеристики (2 часа).

Лекция 05.07.09. Принцип работы синхронной машины. Магнитное поле машины при холостом ходе. Реакция якоря в явнополюсной и неявнополюсной синхронной машине. Векторные диаграммы, характеристики и параметры синхронной машины при установившейся симметричной нагрузке Л[3.1.2, гл.1 (1.2...1.7), гл.8, 9, 11].

Принцип действия синхронной машины. Основные элементы конструкции явно- и неявнополюсных синхронных машин. Холостой ход синхронной машины. МДС и магнитные поля машины при холостом ходе.

Реакция якоря при симметричной нагрузке. Зависимость реакции якоря от характера нагрузки. Особенности количественного учета МДС реакции якоря в явно- и неявнополюсных машинах при насыщенной и ненасыщенной магнитной системах.

Уравнения ЭДС и МДС синхронного генератора. Векторные диаграммы синхронных явно- и неявнополюсных машин с насыщенной и ненасыщенной магнитными системами при различных по характеру нагрузках.

Синхронные индуктивные сопротивления. Характеристики трехфазного генератора при симметричной нагрузке в установившемся режиме работы: внешняя, регулировочная, нагрузочная и трехфазного короткого замыкания. Изменение напряжения при сбросе нагрузки. Отношение короткого замыкания (ОКЗ).

Тема 05.08. Параллельная работа синхронных генераторов (2 часа).

Лекция 05.08.10. Параллельная работа синхронных генераторов. Статическая устойчивость Л [3.1.2, гл.12, 13].

Условия включения на параллельную работу и методы синхронизации. Электромагнитная мощность и момент синхронного генератора.

Угловые характеристики. Статическая устойчивость синхронной машины, перегрузочная способность. Синхронизирующие мощность и момент.

Коэффициенты синхронизирующей мощности и момента. Реактивный момент.

Генераторный и двигательный режимы работы синхронной машины параллельно с сетью. Перевозбуждение и недовозбуждение. Режим синхронного компенсатора. Синхронный двигатель. Понятие о способах пуска синхронных двигателей.

2.2. Перечень лабораторных работ (занятий), их объем

ЛР 1. Исследование однофазного трансформатора (4 часа).

ЛР 2. Группы соединений трехфазных трансформаторов (4 часа).

ЛР 3. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (8 часов).

3. Учебно-методические материалы по дисциплине

3.1. Основная и дополнительная литература (эталонный комплект)

Основная литература:

3.1.1. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Часть 1. - Л.: Энергия, 1979

3.1.2. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. Часть 2. - Л.: Энергия, 1979

3.1.3. Вольдек А.И. Электрические машины. - Л.: Энергия, 1977

Литература по выполнению лабораторных работ

3.1.4. Сапожникова Е.Ж. Пособие по выполнению лабораторных работ. Часть II, III.

- М.: МГТУ ГА, 2000.

Дополнительная литература:

3.1.5. Хвостов В.С. Электрические машины: Машины постоянного тока. -М.: Высшая школа, 1988

3.1.6. Сергеенков Б.Н. и др. Электрические машины: Трансформаторы. -М.: Высшая школа, 1989

3.1.7. Радин В.И. и др. Электрические машины: Асинхронные машины. -М.: Высшая школа, 1988

3.1.8. Осин И.Л., Шакарян Ю.Г. Электрические машины: Синхронные машины. -М.: Высшая школа, 1990

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.):

4.1. Программы моделирования электрических и электронных цепей:

Electronics WorkBench, Multisim 2001

4.2. Программы расчета характеристик генератора постоянного тока, однофазного трансформатора, асинхронного двигателя, трехфазного синхронного генератора.