ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

РОСТОВСКИЙ ФИЛИАЛ МГТУ ГА

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 13DE759CC81E7DCE9F325D44F50492B6
Владелец: Бобушев Сергей Алексеевич
Действителен: с 11.12.2023 до 05.03.2025

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по НиМР
_____ И.А. Сизько
«25» мая 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б1.ОД.15 Авиационные электрические машины**
(*шифр и название дисциплины*)

Направление подготовки	25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов		
Квалификация (степень)	Бакалавр		
Профиль подготовки	Техническое обслуживание и ремонт авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов		
Кафедра	Авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов		
Курс обучения	2		
Форма обучения	заочная		
Общий объём учебных часов на дисциплину	108	*часов*	3 *з.е.*
Семестр	3, 4		
Объём аудиторной нагрузки	16	*часов*	
Лекции	8	*часов*	
Практические занятия			
Лабораторные работы	8	*часов*	
Курсовая работа			
Контрольная работа	4	*семестр*	
Зачёт			
Дифференцированный зачёт			
Экзамен	4	*семестр*	
Объём самостоятельной работы студента	92	*часа*	

Ростов-на-Дону, 2022 г.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цель освоения дисциплины.

Формирование знаний студентов направления 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов в области теории, конструкции, принципов работы, характеристик авиационных электрических машин, необходимых для грамотной эксплуатации авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов (АЭС и ПНК).

Задачи изучения дисциплины.

Приобретение знаний основных физических законов, на которых основано функционирование электрических машин, уяснение основных принципов их конструирования, овладение навыками анализа режимов работы авиационных электрических машин, а также практическими приемами безопасной работы с ними.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, наименование индикатора достижения, результаты обучения.

общепрофессиональные:

Код и наименование компетенции

ОПК-3. *Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования.*

Код и наименование индикатора достижения

ИД-8$_{опк-3}$ *Исследовать объекты и процессы эксплуатации АЭС на основе профессиональных базовых знаний*

Результаты обучения:

знать:*ОПК-3.1.30 - теоретические положения, лежащие в основе принципов действия авиационных электрических машин как объектов процессов технической эксплуатации;*

уметь:*ОПК-3.2.21- исследовать объекты и процессы технической эксплуатации авиационных электрических машин;*

владеть:*ОПК-3.3.11- навыками исследования АЭС в процессах технической эксплуатации;*

Код и наименование индикатора достижения

ИД-14$_{опк-3}$ *анализировать работу функциональных систем, авиадвигателей ВС и АЭСиПНК в целях проведения контроля, диагностирования технического состояния*

Результаты обучения:
знать:*ОПК-3.1.54- назначение, принцип действия, устройство и работу авиационных электрических машин как объектов процессов эксплуатации;*
уметь:*ОПК-3.2.43 - осуществлять контроль, диагностирование и прогнозирование технического состояния авиационных электрических машин;*
владеть:*ОПК-3.3.18 - навыками анализа работы функциональных систем, авиадвигателей ВС и АЭСиПНК в целях проведения контроля, диагностирования технического состояния.*

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина ***Б1.ОД.15 Авиационные электрические машины*** относится к учебным дисциплинам **обязательной** части учебного плана образовательной программы направления подготовки (специальности) 25.03.02 Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов,квалификация (степень) –бакалавр.

Для успешного освоения данной дисциплины обучающийся должен владеть знаниями, умениями и навыками, сформированными по дисциплинамБ1.ОД.10Высшая математика, Б1.ОД.12 Физика, Б1.ОД.13 Электротехника, Б1.ОД.14 Основы электроники, Б1.ОД.36Теория электромагнитного поля, в частности:

знать:

- УК-1.1.1 – методики поиска, сбора и обработки информации;
- УК-1.1.2– актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности;
-ОПК-1.1.1 – основные понятия, законы и методы высшей математики, их теоретические основания и практическое применение в профессиональной деятельности;
- ОПК-1.1.15 – фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в природе;
- ОПК-1.1.16– принятые в естественных науках методы познания и эксперимента;
- ОПК-1.1.17 – фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в электротехнике;
- ОПК-1.1.18 – основныеопределения, физические величины, описывающие электрические и магнитные поля;
- ОПК-1.1.19 – фундаментальныезаконы для электромагнитного поля, уравнения Максвелла;
- ОПК-1.1.20 – фундаментальные физические законы, описывающие процессы и явления в электронике;
- ОПК-3.1.5 – основные определения, топологические параметры и законы для электрических цепей;
- ОПК-3.1.6 – методырасчёта электрических линейных и нелинейных цепей постоянного тока в установившихся режимах;методы расчета магнитных цепей;

- ОПК-3.1.7– методы расчета электрических цепей переменного синусоидального и несинусоидального тока;
- ОПК-3.1.8– понятия и методы анализа режимов в трехфазных цепях;
- ОПК-3.1.9– методыанализа переходных процессов в электрических цепях.
- ОПК-3.1.10– методырасчета цепей с распределенными параметрами, в том числе бортовых линий передачи данных;
- ОПК-3.1.11 – методыанализа процессов при распространении электромагнитных волн в проводящих и непроводящих средах;
- ОПК-3.1.12– принципдействия элементов полупроводниковой электроники;
- ОПК-3.1.13– особенностиконструкции полупроводниковых элементов;
- ОПК-3.1.14– свойстваи характеристики основных элементов полупроводниковой электроники;
- ОПК-3.1.15– принципы построения и характеристики типовых электронных схем;
- ОПК-3.1.16– основы автоматизации расчетов и конструирования электронных схем;

уметь:

- УК-1.2.1 – применятьметодики поиска, сбора и обработки информации;
- УК-1.2.2 – осуществлятькритический анализ и синтез информации, полученной из разных источников;
- ОПК-1.2.1 – применятьметоды высшей математики в рамках дисциплины и при решении профессиональных задач;
- ОПК-1.2.12 – применятьфизические законы для объяснения функционирования механизмов, явлений природы;
- ОПК-1.2.13 – применятьфундаментальные законы, описывающие процессы и явления в электротехнике, при расчете электрических цепей;
- ОПК-1.2.14– анализироватьи проводить расчет процессов в цепях с распределенными параметрами;
- ОПК-1.2.15 – применятьфундаментальные законы, описывающие процессы и явления в электронике, при расчете электрических цепей;
- ОПК-3.2.4– анализироватьи проводить расчет линейных цепей постоянного и переменного тока в установившихся и переходных режимах;
- ОПК-3.2.5– анализироватьи проводить расчет магнитных цепей, в том числе магнитных цепей с постоянными магнитами;
- ОПК-3.2.6–использоватьсовременные прикладные программы для расчета и моделирования электрических цепей;
- ОПК-3.2.7– анализировать процессы при распространении электромагнитных волн в проводящих и непроводящих средах;
- ОПК-3.2.8– использоватьсовременные прикладные программы для расчета и моделирования полей;
- ОПК-3.2.9– производитьлабораторные испытания и исследовать характеристики электронных элементов и устройств;

владеть:

- ОПК-1.3.9– навыкамиприменения физических законов для проведения оценок значений параметров физических систем;

- ОПК-1.3.10– навыками безопасной работы с электротехническими и электронными устройствами, электроизмерительными приборами;

- ОПК-1.3.11– понятийным аппаратом в области электромагнетизма;

- ОПК-3.3.2– правилами построения и чтения схем электрических и электронных устройств различного назначения;

- ОПК-3.3.3– навыками использования пакетов прикладных программ в области электротехники, электроники и автоматики;

- ОПК-3.3.4– навыками практической безопасной работы с оборудованием, содержащим электромагнитные устройства и линии с распределенными параметрами;

- ОПК-3.3.5– методами расчета и анализа основных эксплуатационных характеристик авиационных электронных устройств.

Данная дисциплина выступает опорой для дисциплин: Б1.ОД.29Системы электроснабжения воздушных судов; Б1.ОД.30Электрифицированное оборудование воздушных судов; Б1.ОД.32Системы автоматического управления полётом.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет __3___ зачетные единицы, _108_ часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля
			Л	Пр	Лаб	СРС	
1.	**РАЗДЕЛ. 1. АВИАЦИОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**	**3, 4**	**2**		**4**	**18**	
2.	Тема 1.1. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора. Уравнения неприведенного трансформатора.		2		4	3	Защита лабораторной работы №1
3.	Тема 1.2. Приведение параметров трансформатора. Схема замещения, векторная диаграмма, характеристики. Особенности трехфазных трансформаторов.					6	
4.	Тема 1.3. Основные понятия и классификация электрических машин. Законы электродинамики в применении к электрическим машинам. Части конструкции электрических машин.					3	
5.	Тема 1.4. Принцип действия электрических машин переменного тока. Основы построения обмоток переменного тока. ЭДС и МДС обмоток переменного тока.					6	
6.	**РАЗДЕЛ 2. АВИАЦИОННЫЕ АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ**	**3, 4**	**2**		**4**	**26**	
7.	Тема 2.1. Авиационные асинхронные машины с короткозамкнутым ротором.		2			4	
8.	Тема 2.2. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.				4	10	Защита лабораторной работы №2
9.	Тема 2.3. Однофазный асинхронный двигатель. Конденсаторный асинхронный двигатель. Двухфазные асинхронные двигатели с полым ротором. Вращающиеся трансформаторы, сельсины.					12	

10.	**РАЗДЕЛ 3. АВИАЦИОННЫЕ СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ**	**3, 4**	**2**			**26**	
11.	Тема 3.1.Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора.		2			6	
12.	Тема 3.2. Характеристики трехфазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке.					12	
13.	Тема 3.3. Синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов. Трёхкаскадные авиационные генераторы переменного тока. Гистерезисный двигатель.					8	
14.	**РАЗДЕЛ 4. АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**	**3, 4**	**2**			**26**	
15.	Тема 4.1. Принцип действия коллекторной электрической машины постоянного тока. Понятия об обмотках якоря электрической машины постоянного тока. Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент машины постоянного тока.		2			6	
16.	Тема 4.2. Уравнения напряжений и моментов. Реакция якоря в машине постоянного тока. Коммутация тока якоря. Условия самовозбуждения генераторов с параллельным возбуждением.					10	Защита контрольной работы
17.	Тема 4.3. Характеристики генераторов постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока. Бесконтактные двигатели постоянного тока.					10	
18.	**Форма промежуточной аттестации –** экзамен	**4**					
	ИТОГО:	**108**	**8**		**8**	**92**	

Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций

Разделы дисциплины, темы (наименования)	*Количество часов*	*Компетенции (знания, умения, навыки)*						
		ОПК-3.1.30	*ОПК-3.2.21*	*ОПК-3.2.43*	*ОПК-3.1.54*	*ОПК-3.3.11*	*ОПК-3.3.18*	*Σ общее количество компетенций*
РАЗДЕЛ. 1. АВИАЦИОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН	**24**	**+**	**+**	**+**		**+**		***1***
Тема 1.1. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора. Уравнения неприведенного трансформатора.	8	+	+			+		*1*
Тема 1.2. Приведение параметров трансформатора. Схема замещения, векторная диаграмма, характеристики. Особенности трехфазных трансформаторов.	6	+		+				*1*
Тема 1.3. Основные понятия и классификация электрических машин. Законы электродинамики в применении к электрическим машинам. Части конструкции электрических машин.	4	+	+					*1*
Тема 1.4. Принцип действия электрических машин переменного тока. Основы построения обмоток переменного тока. ЭДС и МДС обмоток переменного тока.	6	+	+					*1*
РАЗДЕЛ 2. АВИАЦИОННЫЕ АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ	**32**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	***1***
Тема 2.1. Авиационные асинхронные машины с короткозамкнутым ротором.	6	+	+					*1*
Тема 2.2. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	14	+		+		+		*1*

Тема 2.3. Однофазный асинхронный двигатель. Конденсаторный асинхронный двигатель. Двухфазные асинхронные двигатели с полым ротором. Вращающиеся трансформаторы, сельсины.	12	+			+		+	*1*
РАЗДЕЛ 3. АВИАЦИОННЫЕ СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ	**28**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**		***1***
Тема 3.1.Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора.	8	+	+					*1*
Тема 3.2. Характеристики трехфазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке.	12	+		+		+		*1*
Тема 3.3. Синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов. Трёхкаскадные авиационные генераторы переменного тока. Гистерезисный двигатель.	8	+	+					*1*
РАЗДЕЛ 4. АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА	**28**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	**+**	***1***
Тема 4.1. Принцип действия коллекторной электрической машины постоянного тока. Понятия об обмотках якоря электрической машины постоянного тока. Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент машины постоянного тока.	8	+	+					*1*
Тема 4.2. Уравнения напряжений и моментов. Реакция якоря в машине постоянного тока. Коммутация тока якоря. Условия самовозбуждения генераторов с параллельным возбуждением.	10	+	+	+		+	+	*1*
Тема 4.3. Характеристики генераторов постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока. Бесконтактные двигатели постоянного тока.	10	+	+		+	+	+	*1*
Итого:	108	+	+	+	+	+	+	*1*

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. АВИАЦИОННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ.ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Лекция 1.(2 часа)

Тема 1.1. Принцип действия и устройство однофазного трансформатора. Уравнения неприведенного трансформатора.

Принцип действия, устройство и элементы конструкции однофазного трансформатора, ЭДС обмоток, коэффициент трансформации, явление магнитного рассеивания. Режим холостого хода трансформатора. Схема замещения и векторная диаграмма. Параметры трансформатора при холостом ходе. Вывод уравнения неприведённого трансформатора. Логическая схема работы однофазного трансформатора.

Литература: [1, с.242-261; 3, с.182-204]

Тема 1.2. Приведение параметров трансформатора. Схема замещения, векторная диаграмма, характеристики. Особенности трехфазных трансформаторов.

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. Устройство трехфазных трансформаторов. Стандартные способы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов, группы соединения обмоток.

Литература: [1, 262-283; 3, с.204-225]

Тема 1.3. Основные понятия и классификация электрических машин. Законы электродинамики в применении к электрическим машинам. Части конструкции электрических машин.

Основные определения теории электрических машин. Классификация электрических машин. Закон электромагнитной индукции в форме Максвелла (для проводящего контура) и в форме Фарадея (для проводника), закон электромагнитных сил (закон Ампера) для проводника с током, закон полного тока. Правило правой руки. Правило левой руки. Понятие о статоре, роторе, якоре и индукторе электрической машины, особенности применения этих понятий.

Литература: [1, с.242-261; 3, с.182-204]

Тема 1.4. Принцип действия электрических машин переменного тока. Основы построения обмоток переменного тока. ЭДС и МДС обмоток переменного тока

Принцип работы трёхфазных синхронного генератора и асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на основе применения законов электродинамики. Виток, катушка и фаза обмотки электрической машины

переменного тока. Вывод уравнений для ЭДС и МДС обмоток переменного тока.

Литература: [1, 262-283; 3, с.204-225]

Лабораторная работа 1.**(4 часа)** *Исследование авиационного однофазного трансформатора* *Литература: [6]*

Самостоятельная работа студента. (18 часов) Расчет параметров схемы замещения однофазного трансформатора. Построение векторных диаграмм.
Построение векторных диаграмм, определение групп соединений обмоток трехфазных трансформаторов
Изучение типов электрических машин в соответствии с их классификаций, применение законов электродинамики.
Изучение принципов работы электрических машин переменного тока, определение направлений токов и сил, применяя правило левой и правой руки.

Литература: [6, 8]

РАЗДЕЛ 2. АВИАЦИОННЫЕ АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Лекция 2.(2 часа)

Тема 2.1. Авиационные асинхронные машины с короткозамкнутым ротором.

Процессы в асинхронной машине при неподвижном и вращающемся роторе. Основные соотношения и режимы работы. Условие работы асинхронной машины, образование вращающегося магнитного поля, скольжение, создание электромагнитного момента.

Литература: [2, с.14-29, 32-45; 3, 235-264].

Тема 2.2. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.

Вывод уравнения электромагнитного момента асинхронной машины. Механическая характеристика асинхронной машины. Зависимость электромагнитного момента асинхронной машины от скольжения и сопротивления ротора.

Литература: [2, с.46-90; 3, с.226-231, 265-280]

Пусковой, максимальный и номинальный моменты. Кратность пускового момента и перегрузочная способность асинхронного двигателя. Критическое скольжение. Устойчивость работы асинхронного двигателя. Пусковой ток трехфазных асинхронных двигателей и его влияние на бортовую сеть. Работа авиационных асинхронных машин при неноминальных условиях.

Литература: [2, с.92-120; 3, с.280-309]

Тема 2.3. Однофазный асинхронный двигатель. Конденсаторный асинхронный двигатель. Двухфазные асинхронные двигатели с полым ротором. Вращающиеся трансформаторы, сельсины.

Однофазные авиационные асинхронные и конденсаторные двигатели. Области применения, устройство, принцип действия, элементы конструкции, электрическая схема, основные соотношения, способы пуска в ход, механические характеристики. Двухфазный асинхронный двигатель с полым ротором. Однофазные индикаторные и трансформаторные сельсины. Технические и эксплуатационные данные авиационных сельсинов. Проявления отказов, возможные последствия. Вращающиеся трансформаторы: общие сведения, устройство, классификация, принцип действия, режимы работы, область применения в авиационном оборудовании. Литература: [3, с.348-376]

Лабораторная работа 2. (4 часа) Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Литература: [6]

Самостоятельная работа студента. (26 часа) Условие работы асинхронной машины, образование вращающегося магнитного поля, скольжение, создание электромагнитного момента.

Изучение конструкции асинхронного электрического двигателя с короткозамкнутым ротором.

Изучение принципов конструирования авиационных асинхронных машин специального применения

Литература: [2, 3]

РАЗДЕЛ 3. АВИАЦИОННЫЕ СИНХРОННЫЕ МАШИНЫ

Лекция 3.(2 часа)

Тема 3.1. Реакция якоря. Векторная диаграмма синхронного генератора.

Основные элементы конструкции явно- и неявнополюсных синхронных машин. Магнитное поле синхронной машины при холостом ходе. Реакция якоря при симметричной нагрузке. Зависимость реакции якоря от характера нагрузки.

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

Литература: [2, с.230-244; 3, с.377-394]

Тема 3.2. Характеристики трехфазных синхронных генераторов при симметричной нагрузке.

Характеристики трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке в установившемся режиме работы: внешняя, регулировочная,

нагрузочная и трехфазного короткого замыкания. Изменение напряжения при сбросе нагрузки. Отношение короткого замыкания (ОКЗ).
Особенности конструкции и принципиальная электрическая схема авиационного синхронного генератора серии ГТ.

Литература: [2, с.245-261; 3, с.395-403, 429-438, 444-447]

Тема 3.3.Синхронные генераторы с возбуждением от постоянных магнитов. Трёхкаскадные авиационные генераторы переменного тока. Гистерезисный двигатель.

Однофазный синхронный генератор. Область применения. Особенности реакции якоря. Гашение обратного поля. Сравнительная оценка однофазного и трехфазного синхронных генераторов. Основные технические и эксплуатационные данные трехфазных и однофазных авиационных генераторов. Гистерезисный двигатель, принцип действия, асинхронный и синхронный режим работы, электромагнитная мощность и момент, область применения.

Литература: [2, с.262-267; 3, с.412-416, 438-443]

Самостоятельная работа студента. (26 часа) Изучение синхронных индуктивных сопротивлений.Изучение особенностей конструкции авиационных синхронных генераторов с различными способами охлаждения. Изучение особенностей конструкции однофазных авиационных синхронных генераторов, гистерезисных двигателей.

.Литература: [3]

РАЗДЕЛ 4. АВИАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Лекция 4.(2 часа)

Тема 4.1. Принцип действия коллекторной электрической машины постоянного тока. Понятия об обмотках якоря электрической машины постоянного тока. Электродвижущая сила обмотки якоря. Электромагнитный момент машины постоянного тока.

Принцип действия, основные элементы конструкции электрических машин постоянного тока. Процесс выпрямления переменной во времени ЭДС в обмотке якоря в постоянную.

Литература: [1, с.12-42, 47-60; 3, с.10-54]

Преобразование энергии в электрической машине. Генераторный и двигательный режим работы. Принцип обратимости. ЭДС, электромагнитный момент и электромагнитная мощность машины постоянного тока. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе.

Литература: [1, 84-109; 3, с.55-103]

Тема 4.2. Уравнения напряжений и моментов. Реакция якоря в машине постоянного тока. Коммутация тока якоря. Условия самовозбуждения генераторов с параллельным возбуждением.

Сущность коммутационного процесса. Виды коммутации - линейная, ускоренная, замедленная. Способы улучшения коммутации.Реакция якоря и образование результирующего магнитного поля при нагрузке электрической машины постоянного тока. Поперечная реакция якоря в ненасыщенной и насыщенной машинах постоянного тока. Условия и процесс самовозбуждения генератора с параллельным возбуждением.

Литература: [1, с.110-124, 130-135, 142-186; 3, с.104-128]

Тема 4.3. Характеристики генераторов постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока. Бесконтактные двигатели постоянного тока.

Характеристики авиационного генератора постоянного тока: холостого хода, внешняя, регулировочная, нагрузочная. Характеристики двигателей постоянного тока параллельного и последовательного возбуждения: скоростная, моментная, механическая. Принцип работы бесконтактных двигателей постоянного тока.

Литература: [1, с.187-207, 216-240; с.129-162]

Самостоятельная работа студента. (26 часов)Принцип обратимости. ЭДС, электромагнитный момент и электромагнитная мощность машины постоянного тока. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе.

Изучение особенностей конструкции и принципа действия авиационных генераторов постоянного тока.

Изучение влияния способа возбуждения авиационных двигателей постоянного тока на их характеристики, особенности конструкции и области применения.

Литература: [1, 3, 5]

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Авиационные электрические машины» представлено пособиями:

Литература [5, 6, 7, 8]

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1 Текущий контроль успеваемости

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования

Форма текущего контроля	**Типовые контрольные задания (вопросы)**	**Критерии оценивания**
Защита лабораторной работы №1. Исследование однофазного трансформатора	1) В чем отличие авиационных трансформаторов от трансформаторов общего применения? 2) Какую форму имеет кривая тока холостого хода однофазного трансформатора i0 (t) при синусоидальном питающем напряжении? 3) Как изменяется ток в первичной обмотке трансформатора с ростом вторичного тока (тока нагрузки)? Почему? 4) Почему основной магнитный поток трансформатора практически не зависит от его нагрузки? 5) Какие потери преобладают при холостом ходе трансформатора? Ответ пояснить с помощью данных опыта холостого хода. 6) Какие потери преобладают в режиме короткого замыкания трансформатора? Ответ пояснить с помощью данных опыта короткого замыкания. 7) Как изменяется вторичное падение напряжения на трансформаторе при изменении характера (cosφ2) нагрузки?	«Защищено» ставится студенту при выполнении ЛР №1, если: - он владеет теоретическими знаниями по теме лабораторной работы; - в полном объеме выполнена экспериментальная часть работы; - проведена расчетная часть, построены векторные диаграммы и характеристики; - даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.
Защита лабораторной работы №2. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	1) Как и почему с увеличением частоты вращения двигателя при пуске уменьшается пусковой ток? 2) Как изменяется пусковой момент асинхронного двигателя при переключении его обмоток с Δ в рабочем режиме в Y при пуске? 3) Может ли асинхронная машина работать при скольжении s = 0? 4) Как изменяется перегрузочная способность двигателя при снижении	«Защищено» ставится студенту при выполнении ЛР №2, если: - он владеет теоретическими знаниями по теме лабораторной работы; - в полном объеме выполнена экспериментальная часть работы; - проведена расчетная часть, построены характеристики;

	напряжения сети? 5) Как и почему изменяется частота вращения асинхронного двигателя при увеличении нагрузки на его валу? 6) Как регулируется частота вращения асинхронных двигателей? 8) Будет ли работать исследуемый асинхронный двигатель, если при его вращении оборвать одну из фаз обмотки статора?	- даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.
Защита контрольной работы. Расчет характеристик трехфазного синхронного генератора.	1) В чем состоят особенности конструкции авиационного трехфазного синхронного генератора? 2) Как с помощью характеристики холостого хода определить коэффициент насыщения генератора в заданном режиме? 3) Что такое ОКЗ? Какова зависимость этой величины от параметров генератора? 4) Чем определяется влияние характера нагрузки генератора на вид его внешних характеристик и величину $\Delta U_{\text{ном}}$? 5) От чего зависит величина установившегося тока трехфазного симметричного короткого замыкания генератора? 6) Какова зависимость кратности регулирования тока возбуждения генератора от характера его нагрузки? 7) С помощью векторной диаграммы покажите влияние степени насыщения магнитной цепи генератора на напряжение на его зажимах.	«Защищено» ставится студенту при выполнении Кр, если: - он владеет теоретическими знаниями по теме контрольной работы; - проведена расчетная часть, построены характеристики, векторные диаграммы; - даны исчерпывающие ответы на вопросы при защите лабораторной работы. Оценка «не защищено» ставится, когда не выполнены условия для защиты.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Текущий контроль осуществляется в форме защиты лабораторных работ и защиты контрольной работы.

Обучающиеся готовятся к текущему контролю на базе предварительно выданных им вопросов (заданий) из соответствующего раздела программы, пользуясь методической и учебной литературой.

Учет выполнения и защит лабораторных работ реализуется в ходе лабораторных занятий по расписанию и фиксируется в Журнале лабораторных работ.

Повторная сдача проводится во время, выделяемое для консультаций.

При отрицательных результатах текущего контроля обучающийся не допускается к промежуточной аттестации.

6.2 Промежуточная аттестация

Показатели и критерии оценивания сформированности компетенций по дисциплине

Промежуточная аттестации проводится в форме устного ***экзамена*** по ***билетам***, состоящим из 3 вопросов, оценивающих формируемую компетенцию или ее части.

Типовые контрольные задания (вопросы)	Критерии оценивания
ОПК-3. Способен применять теорию технической эксплуатации и основы конструкции и систем воздушных судов; электрических и электронных источников питания; приборного оборудования и систем индикации воздушных судов; систем управления воздушным судном и бортовых систем навигационного и связного оборудования. 1. Коэффициент трансформации однофазного трансформатора К (понижающего, повышающего, приведенного). 2. Схема замещения однофазного трансформатора при холостом ходе, физический смысл ее параметров. 3. Векторная диаграмма однофазного трансформатора в режиме холостого хода. Активная и реактивная составляющие тока холостого хода, угол магнитного запаздывания. 4. Характеристики холостого хода трансформатора - зависимости тока холостого хода I_o, мощности P_o, коэффициента мощности $\cos(\varphi_o)$ от питающего напряжения U_1.	При оценивании результатов освоения формируемой компетенции ОПК-3 используется 4-х балльная система, при которой оценка «отлично» выставляется при следующих условиях: - даны исчерпывающие и обоснованные ответы на все вопросы, поставленные в экзаменационном билете; -продемонстрировано знание принципов действия, конструкции и работы рассматриваемых устройств; -показано владение навыками исследования и анализа; -показано всестороннее и творческое овладение основной и дополнительной литературой; -ответы отличаются четкостью, мысли излагаются в необходимой логической последовательности. Оценка «хорошо» выставляется при следующих условиях: -даны полные, достаточно глубокие

5. Опыт короткого замыкания однофазного трансформатора, номинальное напряжение короткого замыкания трансформатора. 6. Схема замещения однофазного трансформатора при коротком замыкании, физический смысл ее параметров. 7. Векторная диаграмма однофазного трансформатора в режиме короткого замыкания. Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания. 8. Характеристики короткого замыкания трансформатора - зависимости тока короткого замыкания $I_к$, мощности $P_к$, коэффициента мощности $\cos(\varphi_к)$ от питающего напряжения U_1. 9. Приведенный трансформатор: физический смысл приведения, формулы приведения параметров вторичной обмотки трансформатора к первичной. 10. Схема замещения однофазного трансформатора в режиме нагрузки, физический смысл ее параметров. 11. Векторная диаграмма однофазного трансформатора в режиме нагрузки. Порядок построения. 12. Внешняя характеристика трансформатора, причины снижение напряжения ΔU_2 при переходе от холостого хода к номинальной нагрузке. 13. Коэффициент трансформации трехфазного трансформатора и его зависимость от способа соединения обмоток. 14. Группы соединений трехфазных трансформаторов. 15. Конструкция, преимущества и недостатки автотрансформаторов. 16. Особенности многообмоточных трансформаторов. 17. Типовая мощность выпрямительного трансформатора, ее отличие от выходной мощности. 18. Особенности конструкции однофазных и трехфазных трансформаторов, предназначенных для работы с различными схемами выпрямления. 19. Магнитное поле однофазной обмотки переменного тока. МДС фазы, угловая скорость ее перемещения в пространстве. 20. Магнитное поле двухфазной обмотки. Результирующая МДС, угловая скорость ее перемещения в пространстве. Поле круговое и эллиптическое.	и обоснованные ответы на вопросы, поставленные в экзаменационном билете; -даны полные, но недостаточно обоснованные ответы на дополнительные вопросы; -показано умение исследовать объекты, но не достаточно полно; -показано владение навыками исследования и анализа; -показаны глубокие знания основной и недостаточное знакомство с дополнительной литературой; -ответы в основном были четкими, но в них не всегда выдерживалась логическая последовательность. Оценка «удовлетворительно» выставляется при следующих условиях: -даны в основном правильные ответы на все вопросы экзаменационного билета, но без должной глубины и обоснования; - не даны положительные ответы на некоторые дополнительные вопросы; - показаны недостаточные знания основной литературы: - ответы были многословными, мысли излагались недостаточно четко и без должной логической последовательности Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случаях, когда не выполнены условия, позволяющие поставить оценку «удовлетворительно».

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих формирование компетенций

На основании вопросов для подготовки к экзамену формируются билеты в количестве на 25-30% более списочного состава группы студентов. В каждом билете даются три теоретических вопроса, оценивающих формируемую компетенцию ОПК-3 (или ее части). Оценивается каждый вопрос отдельно, с выставлением оценки. При получении оценки «неудовлетворительно» по одному из вопросов, итоговая оценка может быть только «неудовлетворительно»

Порядок подготовки и проведения промежуточной аттестации.

Подготовка к промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с утвержденной рабочей программой по дисциплине, содержащей перечень вопросов, выносимых на экзамен. По результатам текущего контроля формируется допуск студента к промежуточной аттестации - экзамену по дисциплине. Студент может быть допущен к сдаче экзамена по дисциплине, если он в результате текущего контроля в течение семестра по данной дисциплине отчитался за выполненные лабораторные работы и защитил контрольную работу.

Экзамен для студентов проводится письменно.

Неявка студента без уважительной причины на экзамен в день его проведения по расписанию, означает незачет и процесс последующей сдачи приравнивается к пересдаче.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. – СПб.: Питер, 2008
2. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока. - СПб.: Питер, 2008

б) дополнительная литература:

3. Панасюк Г.И., Попов И.А., Привалов Г.В. Авиационные электрические машины. - М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1985
4. Ермуратский П.В., Лычкина Г.П., Минкин Ю.Б. Электротехника и электроника. – М.: ДМК Пресс, 2011

в) учебно-методическая литература для выполнения лабораторных работ:

5. Сапожникова Е.Ж. Авиационные электрические машины. Электрические машины постоянного тока. Пособие к выполнению лабораторных работ. – М.: МГТУ ГА, 2012

6.Сапожникова Е.Ж. Электрические машины. Пособие к выполнению лабораторных работ. – М.: МГТУ ГА, 2011
7.Сапожникова Е.Ж. Авиационные электрические машины. Пособие к выполнению лабораторных работ. Часть 4. Авиационные синхронные генераторы. – М.: МГТУ ГА, 2002

г) учебно-методическая литература для выполнения контрольных домашних заданий:

8. Сапожникова Е.Ж. Авиационные электрические машины. Пособие по выполнению контрольных домашних заданий. – М.: МГТУ ГА, 2013

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ" (ДАЛЕЕ - СЕТЬ "ИНТЕРНЕТ"), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Интернет-ресурсы:
http://www.favt.ru/ - официальный сайт ФС ВТ
http://www.mstuca.ru/ - официальный сайт МГТУ ГА;
http://www.vsya-elektrotehnika.ru/ - удобный справочник по дисциплине «Электротехника»;
http://www.infosait.ru/ - библиотека стандартов

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе преподавания дисциплины**Авиационные электрические машины** используются классические формы обучения: лекции и лабораторные работы.

При проведении лекционных занятий по дисциплине **Авиационные электрические машины** используются аудиовизуальные средства, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы. Для конспектирования лекционного материала обучающиеся выбирают наиболее удобный им способ, при этом лектор обращает внимание студентов на ключевые моменты темы и вопросы, требующие более углубленного изучения с использованием рекомендованных литературных и других источников.

Лабораторные работы по дисциплине выполняются на стендовом оборудовании и в компьютерном классе. Перед тем, как приступить к работе, обучающиеся должны уяснить цель работы, ознакомиться с основными теоретическими сведениями, описанием лабораторной установки и порядком выполнения работы. Расчетную часть работ удобнее всего выполнять с применением программ MathCad, Excell и др.

В процессе самостоятельной работы по дисциплине **Авиационные электрические машины** обучающимся рекомендуется в обязательном порядке изучить конструкцию и принцип действия всех указанных в программе типов электрических машин, используя литературные источники и богатейшие ресурсы Интернет.

Подготовка к лекциям

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Подготовка к лабораторным работам

Подготовку к каждому занятию студент должен начать с ознакомления с планом *лабораторной работы*, который отражает содержание предложенной темы. Подготовка осуществляется в соответствии с планом СРС. Тщательное продумывание и изучение вопросов плана основывается на проработке текущего материала лекции, а затем изучения обязательной и дополнительной литературы, рекомендованной к данной теме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной

литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Рекомендации по работе с литературой

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме.

В результате изучения дисциплины Авиационные электрические машины обучающийся должен приобрести элементарные навыки и умения, которые будут способствовать становлению и развитию профессиональной компетентности, необходимые современному специалисту, обучающемуся по направлению подготовки 25.03.02 – Техническая эксплуатация авиационных электросистем и пилотажно-навигационных комплексов. Кроме того, обучающемуся крайне важно помнить, что качество полученного образования в немалой степени зависит от активной роли самого студента в учебном процессе.

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Электронные ресурсы библиотеки Университета -электронные версии пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы.

Мультимедийное сопровождение лекций с использованием программ PowerPoint и Office Professional Plus 2007 Russian

Лабораторные работы по курсу **Авиационные электрические машины** с элементами компьютерного моделирования в программе MS Excel.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

комплект специализированной мебели,

мультимедийный проектор – 1 шт.;

персональный компьютер – 1 шт.;

экран; наборы демонстрационного оборудование, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе; учебно-наглядное пособие, соответствующее рабочей учебной программе.

Рекомендуемые программные средства, а также имеются установки для лабораторных работ и компьютерный класс *(10 шт. ЭВМ)* с возможностью демонстрации аудио- и видеоматериалов.