

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электрооборудование летательных аппаратов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОПРИВОД ЛА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.10
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	8 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 99,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Коллоквиум Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соломин А.Н.
	Идентификатор	R43d055d8-SolominAN-b1afb706

А.Н. Соломин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Липай Б.Р.
	Идентификатор	R8a549539-LipaiBR-275b674e

Б.Р. Липай

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю.
Румянцев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение особенностей электроприводов на базе основных типов электрических машин, используемых на летательных аппаратах.

Задачи дисциплины

- - закрепление и развитие знаний, полученных на курсах, посвященным общим вопросам электропривода, электрическим машинам и электромеханическим системам;;
- - рассмотрение отличия электропривода, применяющегося на летательном аппарате, от электропривода общепромышленного назначения и факторов, влияющих на это;;
- - рассмотрение особенностей электропривода ЛА различного назначения..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-6 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов летательного аппарата	ИД-2ПК-6 Демонстрирует понимание роли, места и выполняемых задач электропривода на летательных аппаратах	знать: - - роль, место и выполняемые задачи электроприводом на ЛА;
ПК-6 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов летательного аппарата	ИД-3ПК-6 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем электропривода летательного аппарата и их элементов	знать: - – особенности электроприводов различного типа, в том числе, обусловленные рассматриваемой областью применения;
ПК-6 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов летательного аппарата	ИД-4ПК-6 Выполняет анализ систем электропривода летательного аппарата и их элементов	уметь: - - выявить достоинства и недостатки вариантов реализации электропривода на ЛА..
ПК-10 Способен проводить расчеты и	ИД-4ПК-10 Выполняет исследования переходных	знать: - - основные методы и средства

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
исследования электронных и электромеханических устройств	процессов в электроприводе, обрабатывает и анализирует результаты исследований	<p>проведения исследований, уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - - составить методику проведения исследования для решения поставленной задачи; обработать, представить и объяснить полученные в результате исследований данные; выполнять исследования электропривода электромеханических по заданной методике, обрабатывать результаты исследований..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрооборудование летательных аппаратов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Принцип действия и особенности конструкции основных типов электрических машин

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Общие сведения о электроприводе ЛА	12	8	2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие сведения о электроприводе ЛА и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить соответствующий материал в разделе "Общие сведения о электроприводе ЛА".</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о электроприводе ЛА"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 11-22 [3], с. 6-10</p>
1.1	Общие сведения о электроприводе ЛА	12		2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока	22		2	6	2	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока	22		2	6	2	-	-	-	-	-	12	-	

													контрольной работе <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить соответствующий материал в разделе "Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока" . <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 47-55
3	Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей	22	2	6	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей"
3.1	Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей	22	2	6	2	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а также изучить соответствующий материал в разделе "Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей" . <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 67-76
4	Следящий электропривод	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Следящий электропривод"
4.1	Следящий электропривод	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Следящий электропривод и подготовка к контрольной

													работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], с. 77-80
5	Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], с. 27-38; с. 58-65
5.1	Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей	14	2	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
6	Гистерезисный электропривод	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу
6.1	Гистерезисный электропривод	12	2	-	2	-	-	-	-	-	8	-	Гистерезисный электропривод и подготовка к контрольной работе
7	Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу
7.1	Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	"Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер) и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 261-278
8	Электропривод для гироскопов	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу
8.1	Электропривод для гироскопов	7	1	-	1	-	-	-	-	-	5	-	"Электропривод для гироскопов" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Электропривод для гироскопов и подготовка к контрольной работе <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Электропривод для гироскопов" <u>Изучение материалов литературных</u>

													<u>источников:</u> [1], с.355-362
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	14	14	14	-	2	-	-	0.5	66	33.5	
	Итого за семестр	144.0	14	14	14		2	-		0.5		99.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Общие сведения о электроприводе ЛА

1.1. Общие сведения о электроприводе ЛА

Роль и место автоматизированного электропривода на борту ЛА. Базовая функциональная схема электропривода. Область применения электроприводов и задачи, выполняемые электроприводами на борту ЛА. Классификация электроприводов, применяемых на ЛА. Условия работы электропривода на ЛА и требования, предъявляемые к нему. Требования к электроприводе. Пути обеспечения этих требований. Основные типы приводов, используемых на ЛА: электроприводы, пневмоприводы, гидроприводы. Достоинства и недостатки. Испытания, необходимые для подтверждения выполнения требований электропривода ЛА. Методы и современные средства проведения испытаний электропривода..

2. Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока

2.1. Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока

Достоинства и недостатки. Характеристики. Решение проблем, связанных с щеточно-коллекторным узлом. Массо-энергетические показатели ДПТ. Выбор номинальной мощности ДПТ. Пуск ДПТ. Реверсирование ДПТ. Способы регулирования частоты вращения ДПТ. Достоинства и недостатки. Управление ДПТ в замкнутых системах. Тормозные режимы ДПТ..

3. Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей

3.1. Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым и фазным ротором. Достоинства и недостатки. Характеристики. Пуск АД с фазным и короткозамкнутым ротором. Способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей. Достоинства и недостатки. Способы торможения асинхронных двигателей.

4. Следящий электропривод

4.1. Следящий электропривод

Назначение, функциональная схема, предъявляемые требования. Типы двигателей, используемых в СЭП. Способы их управления. Двухфазные асинхронные двигатели (АДД) в составе СЭП. Особенности конструкций. Достоинства и недостатки. Управление АДД. Коллекторные двигатели постоянного тока в составе СЭП. Особенности конструкций. Достоинства и недостатки. Управление СЭП на базе ДПТ..

5. Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей

5.1. Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей

Базовая функциональная схема. Принцип действия. Достоинства и недостатки. Типы электрических машин, используемых в составе ВД. Отличие от коллекторных ДПТ и СД. Функции и алгоритм работы коммутатора. Функции, выполняемые датчиком положения ротора (ДПР) и системой управления инвертором. Требования, предъявляемые к ДПР. Пример реализации ДПР. Управление ВД. Регулирование и стабилизация частоты вращения и момента ВД. Пуск ВД. Векторное управление ВД. Способы реверсирования. Способы торможения вентильных двигателей..

6. Гистерезисный электропривод

6.1. Гистерезисный электропривод

Принцип действия. Достоинства и недостатки. Характеристики. Управление гистерезисным электроприводом.

7. Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)

7.1. Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)

Этапы работы. Требования к стартеру. Критерии качества работы стартера. Управление электроприводом запуска авиационных двигателей..

8. Электропривод для гироскопов

8.1. Электропривод для гироскопов

Особые требования, предъявляемые к гиродвигателям. Особенности электродвигателей для гироскопов. Типы электродвигателей, применяемых в гироскопах..

3.3. Темы практических занятий

1. Электропривод запуска авиационных двигателей и электропривод гироскопов;
2. Следящий электропривод на ЛА;
3. Вентильный электропривод на ЛА;
4. Асинхронный электропривод на ЛА;
5. Электропривод ЛА на базе коллекторного двигателя постоянного тока;
6. Анализ эффективности технических и проектных приемов, предпринимаемых для обеспечения выполнения требований, предъявляемых к электроприводу ЛА: по надежности, по минимизации массы и габаритов и т.д.;
7. Гистерезисный электропривод на ЛА.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Современные средства для испытаний электроприводов;
2. Исследование статических и динамических характеристик двигателя постоянного тока. Определение по экспериментальным данным момента инерции, КПД и других параметров асинхронных двигателей;
3. Исследование статических и динамических характеристик асинхронного электропривода. Определение по экспериментальным данным момента инерции, КПД и других параметров асинхронных двигателей.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Знать:											
- роль, место и выполняемые задачи электроприводом на ЛА;	ИД-2ПК-6	+									Контрольная работа/Контрольная работа 1
– особенности электроприводов различного типа, в том числе, обусловленные рассматриваемой областью применения;	ИД-3ПК-6	+	+	+	+	+	+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа 2 Контрольная работа/Контрольная работа 3
- основные методы и средства проведения исследований,	ИД-4ПК-10	+									Коллоквиум/Коллоквиум 1
Уметь:											
- выявить достоинства и недостатки вариантов реализации электропривода на ЛА.	ИД-4ПК-6	+	+	+	+	+	+				Коллоквиум/Коллоквиум 2
- составить методику проведения исследования для решения поставленной задачи; обработать, представить и объяснить полученные в результате исследований данные; выполнять исследования электропривода электромеханических по заданной методике, обрабатывать результаты исследований.	ИД-4ПК-10	+									Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Коллоквиум 1 (Коллоквиум)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)
2. Коллоквиум 2 (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Итоговая оценка по курсу выставляется с учетом семестровой оценки, сформированной за выполнение заданий текущего контроля, и оценки, полученной на экзамене

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Электрооборудование летательных аппаратов. В 2 т. Т.2. Элементы и системы электрооборудования-приемники электрической энергии : учебник для вузов по специальности "Электрооборудование летательных аппаратов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / С. А. Грузков, В. А. Морозов, В. И. Нагайцев, [и др.] . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 552 с. - ISBN 5-7046-1066-8 .;
2. Овчинников, И. Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность). Курс лекций : учебное пособие для вузов по специальности "Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / И. Е. Овчинников . – СПб. : Корона-Век, 2007 . – 336 с. - ISBN 5-7931-0344-9 .;
3. А. А. Кириллов, В. Г. Стеблецов- "Основы электропривода летательных аппаратов", Издательство: "Библио-Глобус", Москва, 2013 - (208 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229655>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;

4. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-619, Учебная аудитория	стол учебный, стул, шкаф, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-619, Учебная аудитория	стол учебный, стул, шкаф, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-608/1, Аудитория каф. "ЭКАОиЭТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, 3D-принтер

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ**Электропривод ЛА**

(название дисциплины)

8 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа 2 (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа 3 (Контрольная работа)
 КМ-4 Коллоквиум 1 (Коллоквиум)
 КМ-5 Коллоквиум 2 (Коллоквиум)
 КМ-6 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	13	6	13	13
1	Общие сведения о электроприводе ЛА							
1.1	Общие сведения о электроприводе ЛА		+	+	+	+	+	+
2	Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока							
2.1	Электропривод ЛА на базе коллекторных двигателей постоянного тока			+	+		+	
3	Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей							
3.1	Электропривод ЛА на базе асинхронных двигателей			+	+		+	
4	Следящий электропривод							
4.1	Следящий электропривод			+	+		+	
5	Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей							
5.1	Электропривод ЛА на базе вентильных двигателей			+	+		+	
6	Гистерезисный электропривод							
6.1	Гистерезисный электропривод			+	+		+	
7	Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)							
7.1	Электропривод запуска авиационных двигателей (стартер)			+	+			

8	Электропривод для гироскопов						
8.1	Электропривод для гироскопов		+	+			
Вес КМ, %:		25	25	20	5	5	20