

**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**  
**ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.08.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>5 семестр - 2;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>72 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>5 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>5 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>5 семестр - 23,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b>	
<b>Проверочная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Исупова Н.
	Идентификатор	R9f89d0db-IsupovaNA-7e644f1e

Н. Исупова

**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:** состоит в изучении основ авиационно-космической техники, типового состава бортового оборудования летательного аппарата (ЛА), состава электрооборудования ЛА, особенностей его эксплуатации и предъявляемых к нему требований

### Задачи дисциплины

- изучение основ авиационно-космической техники: принципами создания подъемной силы, особенностями конструкции и классификации летательных аппаратов (ЛА), их взаимодействия с окружающей средой, типовыми бортовыми системами ЛА, обеспечивающими выполнение полетного задания;
- изучение состава, роли и места электрооборудования в системе бортового оборудования, способов получения электроэнергии на борту ЛА и ее параметров качества, требований, предъявляемым к электрооборудованию ЛА и особенностей его эксплуатации.

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-3 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов летательного аппарата	ИД-1ПК-3 Демонстрирует понимание общей структуры объектов профессиональной деятельности в составе летательных аппаратов	знать: - современное состояние авиационно-космической техники и ее электрооборудования; - основы авиационно-космической техники; - состав бортового электрооборудования ЛА, его основные отличия от общепромышленных аналогов и основные пути улучшения его технических и эксплуатационных характеристик; - основные способы получения электроэнергии на борту ЛА; - основные параметры качества электроэнергии, используемой на борту ЛА.

## 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 основные физические законы, описывающие принципы полета ЛА
- знать основные понятия и определения, способствующие изучению явлений, возникающих при обтекании воздушными массами несущей поверхности
- знать основные уравнения, описывающие эффект возникновения подъемной силы крыла
- знать общие понятия о среде функционирования ЛА
- знать способы получения электроэнергии

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 2 зачетных единицы, 72 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 понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации	10	5	4	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 6-12	
1.1	Общие понятия о летательном аппарате	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-		
1.2	Среда эксплуатации летательного аппарата	4		2	-	-	-	-	-	-	-	2	-		
2	Атмосферные пилотируемые летательные аппараты	27.7		12	-	6	-	-	-	-	-	-	9.7	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Атмосферные пилотируемые летательные аппараты" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 19-184
2.1	Летательные аппараты тяжелее воздуха. Типовая конструкция самолета и вертолета	8.7		4	-	2	-	-	-	-	-	-	2.7	-	
2.2	Состав и элементы конструкции системы управления ЛА	6		2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.3	Основные летно-технические характеристики	4		2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2.4	Классификация самолетов по конструктивным признакам и назначению	9		4	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	
3	Заатмосферные,	12	6	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение</u></b>	

	пилотируемые и беспилотные летательные аппараты												<i><b>теоретического материала:</b></i> Изучение дополнительного материала по разделу "Заатмосферные пилотируемые и беспилотные летательные аппараты" <i><b>Изучение материалов литературных источников:</b></i> [3], 7-115, 130-183
3.1	Беспилотные и космические летательные аппараты: общие понятия и классификация	6	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
3.2	Газодинамические ЛА: общие понятия и классификация	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
4	Бортовое оборудование ЛА	22	10	-	6	-	-	-	-	-	6	-	<i><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></i> Изучение дополнительного материала по разделу "Бортовое оборудование ЛА" <i><b>Изучение материалов литературных источников:</b></i> [1], 13-76
4.1	Типовые системы бортового оборудования ЛА	9	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
4.2	Электрооборудование ЛА: назначение, состав, предъявляемые требования и условия эксплуатации	13	6	-	4	-	-	-	-	-	3	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>23.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>72.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>23.7</b>	<b>-</b>	

**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 понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации

#### 1.1. Общие понятия о летательном аппарате

Назначение и основные факторы, учитываемые при классификации летательных аппаратов. Классификация ЛА по принципу формирования подъемной силы. Реализация аэростатического, аэродинамического, газодинамического и баллистического принципов полета.

#### 1.2. Среда эксплуатации летательного аппарата

Естественная внешняя среда, в которой функционирует ЛА. Структура и состав атмосферы Земли. Основные параметры и свойства воздуха в атмосфере. Понятие о международной стандартной атмосфере. Неблагоприятные факторы, воздействующие на ЛА при полете в атмосфере и космическом пространстве. Экологические проблемы, возникающие при эксплуатации ЛА.

### 2. Атмосферные пилотируемые летательные аппараты

#### 2.1. Летательные аппараты тяжелее воздуха. Типовая конструкция самолета и вертолета

Основные материалы, используемые на ЛА. Назначение и конструкция основных элементов самолета: крыла, фюзеляжа, оперения, шасси, силовой установки. Примеры конструктивно-технологических решений несущих частей самолета и фюзеляжа. Конструктивно-силовые схемы агрегатов планера самолета. Способ создания тяги поршневой, турбовинтовой и воздушно-реактивными двигателями. Основные элементы конструкции и их назначение. Разновидности турбореактивных двигателей, используемых на современных самолетах. Аэродинамические схемы вертолетов и их анализ.

#### 2.2. Состав и элементы конструкции системы управления ЛА

Основные этапы полета самолета. Силы, действующие на самолет при прямолинейном и криволинейном движениях, наборе высоты и снижении. Системы прямого и непрямого (бустерного) управления самолета и вертолета.

#### 2.3. Основные летно-технические характеристики

Понятия об основных летно-технических характеристиках ЛА: крейсерской и максимальной скорости полета, практической и перегоночной дальности, радиусе действия, теоретическом, практическом, статическом и динамическом потолке, взлетной, посадочной и сухой массе, массе снаряженного и пустого ЛА. Примеры рекордных показателей, зарегистрированных в международной авиационной федерации.

#### 2.4. Классификация самолетов по конструктивным признакам и назначению

Основные классификационные признаки: форма и число крыльев, взаимное расположение крыла и фюзеляжа, аэродинамическая схема, тип фюзеляжа, тип силовой установки, расположение двигателей, тип опор шасси, взаимное расположение опор, взаимное расположение вертикального и горизонтального оперения. Примеры аэродинамической компоновки серийных и экспериментальных ЛА. Классификация самолетов гражданской авиации по размерам фюзеляжа, дальности и скорости полета, назначению. Общие закономерности развития гражданского самолетостроения: увеличение коммерческой нагрузки, увеличение рейсовой скорости, уменьшение расходов на эксплуатацию, увеличение аэродинамического качества, уменьшение расхода топлива.

Военная авиация и ее роль в структуре вооруженных сил страны. Авиация ВВС, армейская и морская авиация: состав и особенности боевого применения.

### 3. Заатмосферные, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты

3.1. Беспилотные и космические летательные аппараты: общие понятия и классификация  
Дистанционно-пилотируемые и телеуправляемые ЛА, ракеты с аэро- и газодинамическими органами управления. Классификация, типовые конструкции, особенности систем наведения и области применения. Космические аппараты: назначение, классификация, примеры использования в гражданской и военной сферах деятельности человека.

3.2. Газодинамические ЛА: общие понятия и классификация  
Назначение и основные части ракеты. Конструктивные части корпусов. Двигательная установка, основные элементы РДТТ и ЖРД. Основные классификационные признаки.

### 4. Бортовое оборудование ЛА

#### 4.1. Типовые системы бортового оборудования ЛА

Типовые системы бортового оборудования самолета, ракеты и космического аппарата: назначение, выполняемые функции, история появления на ЛА. Понятие функционального и служебного оборудования. Формы энергии, используемой на ЛА. Типовой состав гидравлического и пневматического оборудования ЛА. Бортовое оборудование как приемник электроэнергии. Структура энергетической системы самолета. Место и роль электрической энергии на борту ЛА, ее особенности по сравнению с другими формами энергии и возможные способы получения. История электрификации борта (на примере самолета).

4.2. Электрооборудование ЛА: назначение, состав, предъявляемые требования и условия эксплуатации

Назначение и состав электрооборудования ЛА (ЭЛА). Дестабилизирующие факторы, влияющие на работу электрооборудования. Требования, предъявляемые к ЭЛА и способы их реализации на практике. Основные параметры систем электроснабжения (СЭС) постоянного и переменного тока. Понятия о первичной, вторичной, третичной, резервной и аварийной СЭС. Общие понятия о полетной массе (на примере энергоузла переменного тока стабильной частоты), основные показатели качества электроэнергии. Основные потребители электроэнергии, относящиеся к ЭЛА: электродвигательный и электромагнитный привод, системы зажигания, противообледенительное, светотехническое и противопожарное оборудование ЛА – назначение, классификация, предъявляемые требования, примеры размещения и использования на борту ЛА.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Способы уменьшения полетной массы энергоузла переменного тока постоянной частоты;
2. Анализ работы системы электроснабжения в нормальном, частичном и аварийном режимах;
3. Конструкция авиационных источников и преобразователей электроэнергии;
4. Принцип действия воздушно-реактивного двигателя;
5. Классификация ЛА, разработанных ведущими КБ страны;
6. Способы парирования внешних сил, действующих на летательный аппарат;
7. История развития летательных аппаратов.



### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Атмосферные пилотируемые летательные аппараты"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Заатмосферные пилотируемые и беспилотные летательные аппараты"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Бортовое оборудование ЛА"

### **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	
<b>Знать:</b>						
основные параметры качества электроэнергии, используемой на борту ЛА	ИД-1ПК-3				+	Проверочная работа/Бортовое оборудование ЛА
основные способы получения электроэнергии на борту ЛА	ИД-1ПК-3				+	Проверочная работа/Бортовое оборудование ЛА
состав бортового электрооборудования ЛА, его основные отличия от общепромышленных аналогов и основные пути улучшения его технических и эксплуатационных характеристик	ИД-1ПК-3				+	Проверочная работа/Бортовое оборудование ЛА
основы авиационно-космической техники	ИД-1ПК-3	+	+			Проверочная работа/Атмосферные пилотируемые летательные аппараты Проверочная работа/Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации
современное состояние авиационно-космической техники и ее электрооборудования	ИД-1ПК-3		+	+		Проверочная работа/Атмосферные пилотируемые летательные аппараты Проверочная работа/Заатмосферные, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **5 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Атмосферные пилотируемые летательные аппараты (Проверочная работа)
2. Бортовое оборудование ЛА (Проверочная работа)
3. Заатмосферные, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты (Проверочная работа)
4. Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации (Проверочная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №5)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Тыричев П.А.- "Электрооборудование летательных аппаратов. Том 1. Системы электроснабжения летательных аппаратов", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013595.html>;
2. Грузков, С. А. Летательный аппарат: Назначение и области применения. Ч.1. Атмосферные пилотируемые летательные аппараты : Учебное пособие по курсу "Электрооборудование летательных аппаратов" / С. А. Грузков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 1995 . – 184 с. : 2400.00 .;
3. Грузков, С. А. Летательный аппарат: назначение и области применения. Ч.2. Заатмосферные пилотируемые и беспилотные летательные аппараты : Учебное пособие по курсу "Электрооборудование летательных аппаратов" / С. А. Грузков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – 1997 . – 200 с. - ISBN 5-7046-0230-4 : 12000.00 ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

### 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 практических занятий, КР и КП	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 промежуточной аттестации	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, 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

## Летательные аппараты

(название дисциплины)

## 5 семестр

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

- КМ-1 Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации (Проверочная работа)  
 КМ-2 Атмосферные пилотируемые летательные аппараты (Проверочная работа)  
 КМ-3 Заатмосферные, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты (Проверочная работа)  
 КМ-4 Бортовое оборудование ЛА (Проверочная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	8	11	13	15
1	Общие понятия о летательном аппарате и среде его эксплуатации					
1.1	Общие понятия о летательном аппарате		+	+		
1.2	Среда эксплуатации летательного аппарата		+	+		
2	Атмосферные пилотируемые летательные аппараты					
2.1	Летательные аппараты тяжелее воздуха. Типовая конструкция самолета и вертолета		+	+		
2.2	Состав и элементы конструкции системы управления ЛА		+	+		
2.3	Основные летно-технические характеристики			+	+	
2.4	Классификация самолетов по конструктивным признакам и назначению			+	+	
3	Заатмосферные, пилотируемые и беспилотные летательные аппараты					
3.1	Беспилотные и космические летательные аппараты: общие понятия и классификация			+	+	
3.2	Газодинамические ЛА: общие понятия и классификация			+	+	
4	Бортовое оборудование ЛА					
4.1	Типовые системы бортового оборудования ЛА					+
4.2	Электрооборудование ЛА: назначение, состав, предъявляемые требования и условия эксплуатации					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

