

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
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ
АВТОНОМНЫХ ОБЪЕКТОВ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 14 часов;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	8 семестр - 16 часов;
Самостоятельная работа	8 семестр - 81,2 часа;
в том числе на КП/КР	8 семестр - 17,7 часов;
Иная контактная работа	8 семестр - 4 часа;
включая: Контрольная работа Расчетное задание Тестирование	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,4 часа;
Защита курсовой работы	8 семестр - 0,4 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Сизякин А.В.
	Идентификатор	R72ca4137-SiziakinAV-d27fe096

А.В. Сизякин

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 основ проектирования, методов расчёта и моделирования электротехнических устройств, используемых в системах и комплексах электрооборудования автономных объектов

Задачи дисциплины

- изучение обучающимися структуры процесса проектирования электротехнических устройств, содержания основных этапов проектирования и типовых технических заданий на проектирование электромеханических и электромагнитных устройств;
- изучение обучающимися комплекса требований, определяющих возможность и целесообразность применения конкретных устройств в системах электрооборудования автономных объектов и способов реализации этих требований в процессе проектирования устройств и при их изготовлении;
- формирование у обучающихся чётких представлений о методиках расчёта элементов электрооборудования в соответствии со специфическими условиями эксплуатации их на автономных объектах и с учётом более жёстких по сравнению с другими областями техники требованиями к их основным технико-экономическим показателям;
- изучение обучающимися принципов устройства электромеханических преобразователей энергии, используемых на автономных объектах, конструкций их магнитных систем, а также свойств магнитных, проводниковых и конструктивных материалов, используемых при их изготовлении;
- формирование у обучающихся представлений о происходящих в магнитной цепи электромеханических преобразователей электромагнитных процессов и о вариантах математического описания этих процессов;
- приобретение навыков вывода расчётных соотношений, определяющих взаимосвязь между электромагнитными параметрами и размерами магнитных цепей электромеханических и электромагнитных устройств, и составления на их основе упрощённых математических моделей, обеспечивающих возможность решения типовых для данной области техники задач проектирования;
- освоение обучающимися функциональных возможностей и особенностей применения программного обеспечения электромагнитных и тепловых расчётов электромеханических преобразователей энергии для автономных объектов.

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-10 Способен проводить расчеты и исследования электронных и электромеханических устройств	ИД-1 _{ПК-10} Демонстрирует способность рассчитывать силовую часть электронных устройств, выполнять тепловые и электромагнитные расчеты	знать: - содержание методов расчёта магнитного поля в электромашинных преобразователях, а также стандартные программы для выполнения электромагнитных и тепловых расчётов; - критерии выбора магнитной системы преобразователя способной обеспечить выполнение поставленных при проектировании задач. уметь: - критически оценивать результаты выполненных расчётов и вносить необходимые коррективы в исходные

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>данные для получения требуемого результата;</p> <ul style="list-style-type: none"> - <input type="checkbox"/> максимально использовать в процессе проектирования средства вычислительной техники и составленных применительно к ним программ электромагнитных, тепловых и других расчётов электротехнических устройств.
<p>ПК-10 Способен проводить расчеты и исследования электронных и электромеханических устройств</p>	<p>ИД-ЗПК-10 Демонстрирует понимание методик проектных и поверочных расчетов систем электрооборудования автономных объектов</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - магнитные, проводниковые, изоляционные и конструкционные материалы, применяемые в авиационном и космическом электромашиностроении, их свойства и маркировку; - содержание процесса проектирования электромеханических преобразователей и отдельных его этапов, а также основные расчётные соотношения между электромагнитными параметрами проектируемых преобразователей и размерами их магнитной цепи. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обоснованно в соответствии с требованиями к массогабаритным, энергетическим и эксплуатационным показателям проектируемых устройств, а также к показателям качества произведённой ими энергии осуществлять выбор материалов для изготовления их магнитной цепи, проводниковых и электроизоляционных материалов; - самостоятельно разбираться в отраслевых и других доступных для ознакомления методиках расчёта и осознанно применять их для решения конкретных задач проектирования.

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.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов.	12	8	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 4-9 [5], 5-20 [6], 10-16</p>
1.1	Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов.	12		2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
2	Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов	12		2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 9-37 [6], 17-53</p>
2.1	Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов	12		2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
3	Определение главных размеров электромеханических преобразователей	18		4	-	8	-	-	-	-	-	6	-	

	Экзамен	35.9		-	-	-	-	2	-	-	0.4	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.1		-	-	-	14	-	4	-	0.4	17.7	-	
	Всего за семестр	144.0		14	-	28	14	2	4	-	0.8	47.7	33.5	
	Итого за семестр	144.0		14	-	28	16		4		0.8	81.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов.

1.1. Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов.
Особенности преобразователей автономных объектов.

Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов.
Особенности преобразователей автономных объектов.

2. Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов

2.1. Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов

Параметры, характеризующие геометрию полюсной системы электромеханических преобразователей.. Влияние параметров на рабочие процессы в преобразователе.

3. Определение главных размеров электромеханических преобразователей автономных объектов

3.1. Определение главных размеров электромеханических преобразователей автономных объектов

Основные расчётные соотношения для определения главных размеров преобразователей.

4. Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов

4.1. Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов

Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов.

5. Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов

5.1. Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов

Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчёт потерь в стали электромеханических преобразователей автономных объектов с помощью моделирования;
2. Исследование характеристик электромеханических преобразователей с различными схемами обмоток якоря;
3. Принципы построения обмоток якоря с дробным числом пазов на полюс и фазу;
4. Принципы построения обмоток якоря с целым числом пазов на полюс и фазу;
5. Моделирование электромагнитных полей в преобразователях с заданными главными размерами и расчёт электромагнитных нагрузок в них;
6. Определение электромагнитных нагрузок и расчёт главных размеров электромеханических преобразователей;

7. Построение векторной диаграммы Потье для рассматриваемого электромеханического преобразователя;
8. Расчёт индуктивностей обмотки в электромеханических преобразователях автономных объектов различной конструкции.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов."
2. Консультации проводятся по разделу "Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов"
3. Консультации проводятся по разделу "Определение главных размеров электромеханических преобразователей автономных объектов"
4. Консультации проводятся по разделу "Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов"
5. Консультации проводятся по разделу "Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 8 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Синхронный электродвигатель с возбуждением от постоянных магнитов мощностью 5кВт
- Синхронный высокоскоростной турбогенератор мощностью 2кВт

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 16	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	80	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Анализ технического задания
2	Выполнение расчёта

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	
Знать:							
критерии выбора магнитной системы преобразователя способной обеспечить выполнение поставленных при проектировании задач	ИД-1ПК-10	+	+				Контрольная работа/Контрольная работа 1
содержание методов расчёта магнитного поля в электромашинах преобразователях, а также стандартные программы для выполнения электромагнитных и тепловых расчётов	ИД-1ПК-10		+		+		Контрольная работа/Контрольная работа 2
содержание процесса проектирования электромеханических преобразователей и отдельных его этапов, а также основные расчётные соотношения между электромагнитными параметрами проектируемых преобразователей и размерами их магнитной цепи	ИД-3ПК-10		+	+	+		Расчетное задание/Расчётное задание 1
магнитные, проводниковые, изоляционные и конструкционные материалы, применяемые в авиационном и космическом электромашиностроении, их свойства и маркировку	ИД-3ПК-10					+	Тестирование/Тест
Уметь:							
<input type="checkbox"/> максимально использовать в процессе проектирования средства вычислительной техники и составленных применительно к ним программ электромагнитных, тепловых и других расчётов электротехнических устройств	ИД-1ПК-10			+	+		Контрольная работа/Контрольная работа 2
критически оценивать результаты выполненных расчётов и вносить необходимые коррективы в исходные данные для получения требуемого результата	ИД-1ПК-10		+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа 1
самостоятельно разбираться в отраслевых и других доступных для ознакомления методиках расчёта и осознанно применять их для решения конкретных задач проектирования	ИД-3ПК-10			+	+		Расчетное задание/Расчётное задание 1
обоснованно в соответствии с требованиями к массогабаритным,	ИД-3ПК-10					+	Тестирование/Тест

энергетическим и эксплуатационным показателям проектируемых устройств, а также к показателям качества произведённой ими энергии осуществлять выбор материалов для изготовления их магнитной цепи, проводниковых и электроизоляционных материалов							
--	--	--	--	--	--	--	--

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: Выполнение задания

1. Расчётное задание 1 (Расчетное задание)

Форма реализации: Письменная работа

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

Форма реализации: Проверка задания

1. Тест (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Курсовая работа (КР) (Семестр №8)

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. Сугробов, А. М. Проектирование электромашинных преобразователей для систем электрооборудования автономных объектов. Ч.2 : учебное пособие по курсам "Системы электрооборудования летательных аппаратов", "Электрооборудование автомобилей и тракторов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и специальностям "Электрооборудование летательных аппаратов", "Электрооборудование автомобилей и тракторов" / А. М. Сугробов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 172 с. - ISBN 5-7046-1232-6 .;
2. Сугробов, А. М. Определение основных размеров электромашинных преобразователей для систем электрооборудования летательных аппаратов. Ч.1 : учебное пособие по курсам "Проектирование систем электрооборудования летательных аппаратов", "Системы электроснабжения летательных аппаратов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и специальности "Электрооборудование летательных аппаратов" / А. М. Сугробов, С. Ю. Останин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 72 с. - ISBN 5-7046-1019-6 .;
3. Сугробов, А. М. Поверочные электромагнитные расчеты электромеханических преобразователей энергии электротехнических комплексов автономных объектов : учебное

пособие по курсам "Проектирование систем электрооборудования летательных аппаратов" и "Системы электроснабжения летательных аппаратов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / А. М. Сугробов, С. Ю. Останин, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 104 с. - ISBN 978-5-383-00088-5 .;

4. Магнитные материалы, обмоточные, монтажные и бортовые провода для систем электрооборудования летательных аппаратов : учебное пособие по курсам "Проектирование систем электрооборудования летательных аппаратов" и "Системы электроснабжения летательных аппаратов" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и специальности "Электрооборудование летательных аппаратов" / С. А. Грузков, С. Ю. Останин, А. М. Сугробов, и др., Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 182 с. - ISBN 5-7046-1080-3 .;

5. Балагуров, В. А. Проектирование специальных электрических машин переменного тока : Учебное пособие для электромеханических специальностей вузов / В. А. Балагуров . – М. : Высшая школа, 1982 . – 272 с.;

6. Сугробов А.М. , Русаков А.М. - "Проектирование электрических машин автономных объектов", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2012 - (304 с.)
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72272.](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72272)

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Libre Office.

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

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

2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>

3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

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-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-609, Учебная многофункциональная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, ноутбук, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-609, Учебная многофункциональная аудитория	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная,

		ноутбук, 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 консультирования	М-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
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

Проектирование систем электрооборудования автономных объектов

(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 Расчётное задание 1 (Расчетное задание)

КМ-4 Тест (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов.					
1.1	Требования к электромеханическим преобразователям автономных объектов. Особенности преобразователей автономных объектов.		+			
2	Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов					
2.1	Геометрия полюсной системы электромеханических преобразователей автономных объектов		+	+	+	
3	Определение главных размеров электромеханических преобразователей автономных объектов					
3.1	Определение главных размеров электромеханических преобразователей автономных объектов		+	+	+	
4	Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов					
4.1	Проектирование обмотки якоря электромеханических преобразователей автономных объектов		+	+	+	
5	Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов					
5.1	Материалы, применяемые в электромеханических преобразователях автономных объектов					+
Вес КМ, %:			20	25	30	25

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Проектирование систем электрооборудования автономных объектов

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Анализ технического задания

КМ-2 Выполнение расчёта

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	4	16
1	Анализ технического задания		+	
2	Выполнение расчёта			+
		Вес КМ, %:	20	80